الموسوعة العملية فى التركيبات الكهربية ١

1022
ST-5-2

الأسس العمليّة في التّركيبات الكهربيّة

م. أحمد عبد المتعال
المدرس بالكلية التقنية بالدمام



دار النشر للجامعات

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٥﴾ ﴾ [الأحقاف: ١٥].

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر للأستاذ الدكتور / محمد عبد المقصود عز العرب الأستاذ بقسم الهندسة الكهربية بكلية الهندسة بشبين الكوم -جامعة المنوفية، وكذلك أتقدم بخالص الشكر للمهندس محمد صديق المدرس بقسم الكهرباء بالمعهد الفنى الصناعى ببور سعيد.

وأخيراً أتقدم بخالص الشكر لكل من قدم لنا يد المعاونة فى إعداد هذا الكتاب راجياً من المولى العلى القدير أن يثيبهم على حسن عملهم وجزاهم الله خير الجزاء.

المؤلـف

محتويـــات الكتـــاب

الموضوع **الصفحة**

الباب الثالث

مانعات الصواعق

الباب الرابع

الوقاية من التلامس الكهربى

الباب السابع

أجهزة الوقاية الكهربية

الباب الثامن

الأخطاء وطرق التنسيق على تميزها

الباب التاسع

فحص التركيبات الكهربية

الباب الأول

الصدمة الكهربية

الصدمة الكهربية

١ / ١ – مقدمة

إن حجم الضرر الذى يلحق بالإنسان المتعرض للصدمة الكهربية يتحدد من ثلاثة عناصر وهم :

١– مسار التيار فى جسم الإنسان .

٢– المدة الزمنية التى يمر فيها التيار فى جسم الإنسان .

٣– شدة التيار المار فى جسم الإنسان .

ويمكن تمثيل جسم الإنسان بالموصل المعزول فالبشرة الخارجية لجسم الإنسان تمثل عزل الموصل، فهى تمنع انتقال الجهود الخارجية لداخل جسم الإنسان، أما داخل جسم الإنسان فهو يشبه القلب النحاسى، إذ أن المقاومة الداخلية لجسم الإنسان صغيرة؛ لاحتواء جسم الإنسان على ماء مملح، وبمجرد أن يقوم الجهد الكهربى بكسر عازلية بشرة الإنسان الخارجية يمر التيار الكهربى فى جسم الإنسان، وتكون مقاومة جسم الإنسان فى هذه الحالة أقل ما يمكن ويصبح جسم الإنسان كموصل جيد للتيار الكهربى .

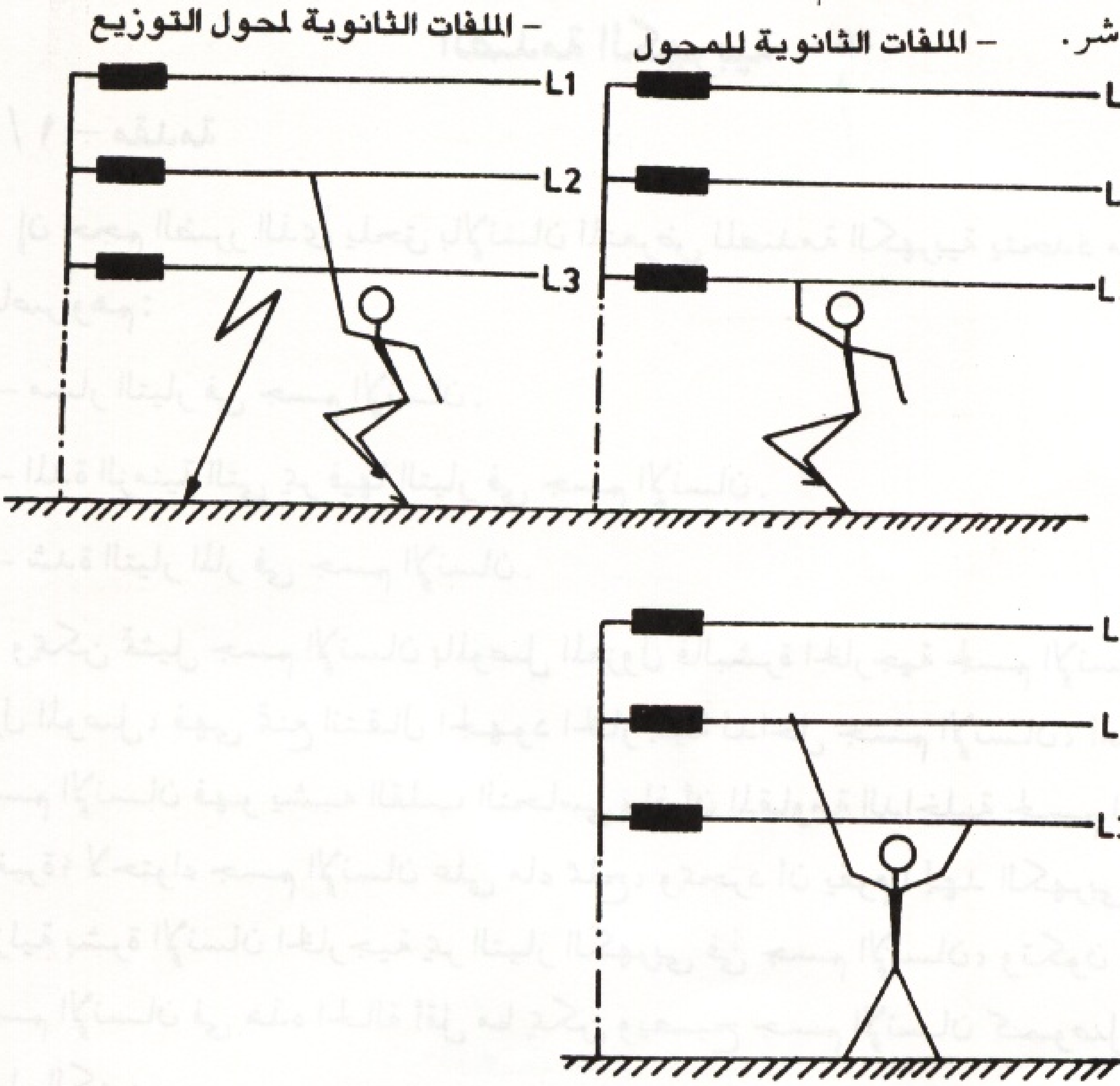
فقبل أن يحدث انهيار لعازلية البشرة الخارجية لجسم الإنسان؛ فإن مقاومة جسم الإنسان تكون كبيرة، الأمر الذى يؤدى إلى إمرار تيار ضعيف جداً عند تعرض جسم الإنسان لجهد خارجى، ولكن بمجرد انهيار عازلية البشرة الخارجية تزداد شدة التيار المار فى جسم الإنسان والذى يعمل على إثارة الجهاز العصبى والعضلات بالحد الذى يؤدى لاضطراب أداء الأعصاب وتلف لعضلات الجسم وخاصة عضلة القلب وقد يؤدى لتوقف القلب والوفاة .

١ / ٢ – أسباب أصابة الإنسان بالصدمة الكهربية

يوجد عدة أسباب تؤدى لإصابة الإنسان بالصدمة الكهربية نذكر منها ما يلى :

١– **التلامس المباشر** وهو ملامسة أى جزء من جسم الإنسان لأحد الموصلات الحية (الحاملة للتيار الكهربى) .

والشكل (١-١) يبين كيفية تعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة التلامس المباشر.



الشكل (١-١)

ففى الشكل (أ) يتعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة للتلامس المباشر مع أحد أوجه مصدر كهربى مؤرض.

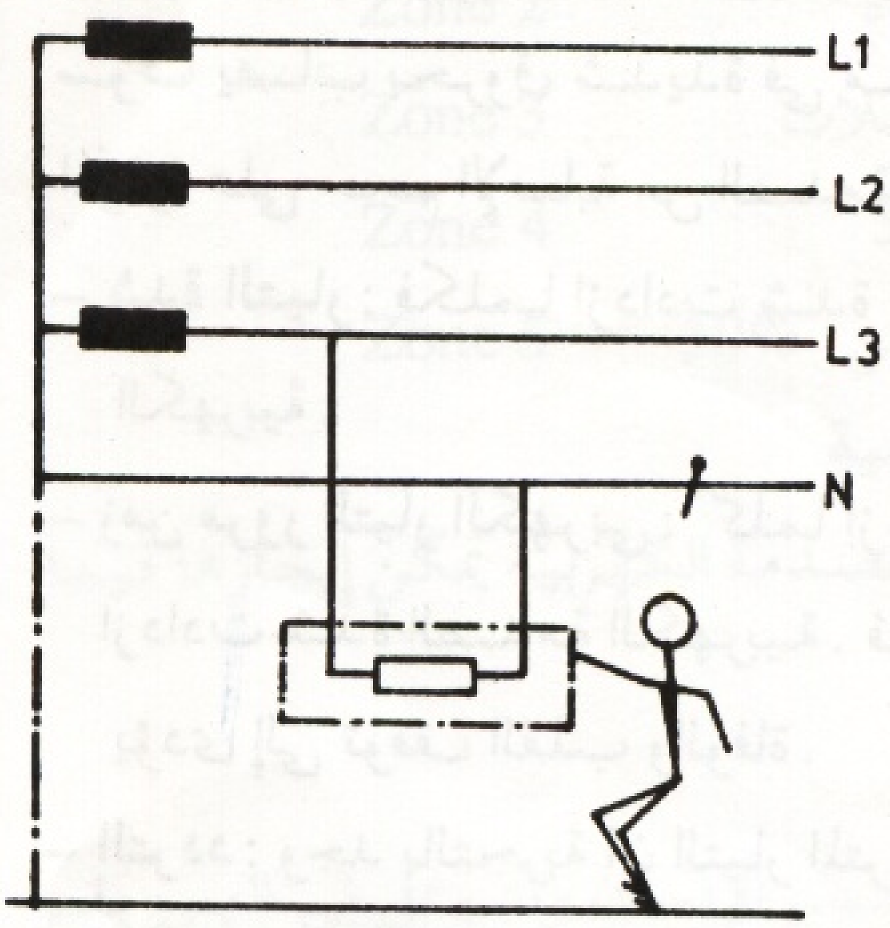
وفى الشكل (ب) يتعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة للتلامس المباشر مع أحد أوجه مصدر كهربى غير مؤرض مع وجود انهيار لعزل وجه آخر وملامسته مع الأرض.

وفى الشكل (جـ) يتعرض الإنسان للصدمة الكهربية نتيجة للتلامس المباشر مع وجهين من المصدر الكهربى بواسطة اليدين.

٢- **التلامس الغير مباشر** وينتج عن ملامسة الإنسان للأجزاء الموصلة وغير الحاملة للتيار الكهربى والمتعرضة لجهد كهربى، على سبيل المثال هياكل الأجهزة والمعدات المعدنية والتى ليست متعرضة لجهد كهربى فى الظروف الطبيعية.

ولكنها يمكن أن تنقل تيار كهربى إذا تعرضت لجهد كهربى نتيجة لتلف داخلى لعزل المعدة أو الجهاز.

والشكل (١ - ٢) يبين كيفية تعرض الإنسان للصدمة من جراء التلامس الغير مباشر.



الشكل (١-٢)

٣- القوس الكهربى الناتج عن فصل أحد القواطع الأتوماتيكية CB'S أو اقتراب شخص من أحد خطوط الجهد العالى وتجاوز المسافة الآمنة وهذا يسبب إلى إحداث شرارة كهربية تؤدى أحيانًا إلى العمى أو إحداث حروق فى جسم الإنسان.

٤- تعرض توصيلات الجهد المنخفض لجهد عالٍ بالخطأ نتيجة لصعقة كهربية أو قصر بين ملفات الجهد المنخفض والجهد العالى للمحولات وهذا يعرض المستخدمين للصدمة الكهربية.

١ / ٣ - العوامل المؤثرة على حجم الإصابة بالصدمة الكهربية

وجد أن الإنسان يمكن يشعر بالتيار الكهربى الذى شدته (1mA) وتردده (50HZ)، أو التيار الكهربى المستمر الذى شدته (5mA). أما إذا مر تيار كهربى متردد شدته (1:8mA) فى جسم الإنسان يحدث تقلص غير مؤلم للعضلات ويمكن للشخص التخلص من مصدر التيار الكهربى المسبب للصدمة.

وإذا مر تيار كهربى متردد شدته (15:30 mA) يزداد تقلص العضلات المؤلم ويفقد المصاب سيطرته على نفسه ويفشل فى تخليص نفسه من مصدر التيار الكهربى المسبب للصدمة. وعند مرور تيار كهربى متردد شدته (30:50mA) يصبح التنفس صعبًا، أما إذا مر تيار كهربى متردد شدته (50:100 mA) يحدث خللاً فى وظيفة القلب يؤدى للوفاة لبعض المصابين. أما إذا مر تيار كهربى شدته (100:200mA) فى جسم الإنسان فإن القلب يتوقف عن العمل وتفشل الإسعافات

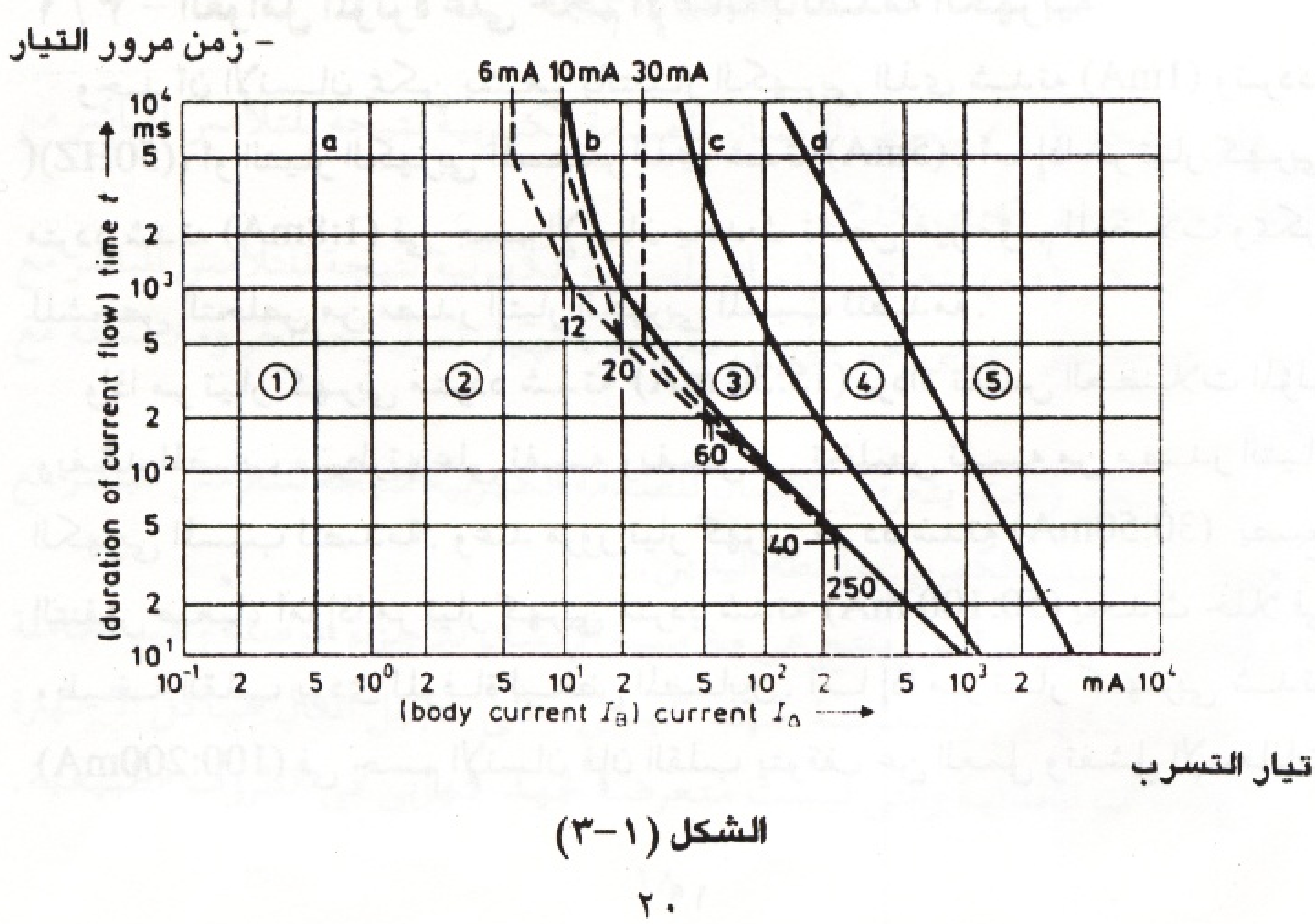
الطبية فى إنقاذ المصاب.

والجدير بالذكر أنه عند مرور تيار كهربى متردد أكبر (200 mA) فإن المصاب سوف يصاب بحروق شديدة فى مسار التيار الكهربى. ويمكن تلخيص العوامل المؤثرة على حجم الإصابة من الصدمة الكهربية فيما يلى:

- **شدة التيار**: فكلما ازدادت شدة التيار المار فى الإنسان ازدادت شدة الصدمة الكهربية.
- **زمن مرور التيار الكهربى**: كلما ازداد زمن مرور التيار الكهربى فى جسم الإنسان ازدادت شدة الصدمة الكهربية. فمرور تيار قدره (80:90 mA) لمدة 3 ثوانى يؤدى إلى توقف القلب والوفاة.
- **التردد**: وجد بالتجربة أن التيار المتردد أشد خطورة من التيار المستمر فالتيار المتردد الذى تردده 50HZ يمثل أقصى خطورة للإنسان.
- **مسار التيار فى جسم الإنسان**: ويمكن ترتيب مسار التيار فى جسم الإنسان من حيث الخطورة كما يلى:

قدم إلى قدم - يد إلى يد - يد يسرى إلى قدمين - يد يمنى إلى قدمين.

والشكل (١-٣) يبين مناطق الخطورة على الأشخاص البالغين من جراء الإصابة بالصدمة الكهربية من تيار متردد (50:60HZ).



الشكل (١-٣)

حيث إن :

لا يوجد تأثير على الشخص	Zone 1
لا يوجد ضرر فى وظائف الأعضاء	Zone 2
لا يوجد خطورة من انقباض العضلات	Zone 3
يحدث انقباض للعضلات بنسبة 50%	Zone 4
يحدث انقباض للعضلات بنسبة تزيد عن 50%	Zone 5

١ / ٤ - الآثار المترتبة على الصدمة الكهربية

هناك عدة آثار تحدث للشخص المتعرض للصدمة الكهربية يمكن إيجازها فيما يلى :

١- الحروق الكهربية ويمكن تقسيمها إلى :

أ- حروق تنتج عن مرور التيار الكهربى فى جسم الإنسان وتتمثل فى ظهور بقع مستديرة لونها فضى أو أصفر، وأحياناً تأخذ شكل الجزء المكهرب الذى لامسه الشخص وتشفى مع الزمن.

ب- حروق تنتج من تأثير القوس الكهربى على جسم الإنسان وتتمثل فى تهيج الجلد عند سقوط ذرات المعدن المنصهر أثناء القوس الكهربى على الشخص المصاب وتشفى مع مرور الأيام.

جـ- حروق تنتج عند الصدمة الكهربية بالجهود العالية نتيجة لتأثير التيار المار فى جسم الإنسان، وكذلك القوس الكهربى ويتمثل فى ظهور بقع مستديرة وتهيج للجلد نتيجة لسقوط المعدن المنصهر عليه.

٢- أضرار عصبية ويمكن تقسيمها إلى :

أ - تقلص للعضلات بدون فقدان للوعى.

ب - تقلص للعضلات مع فقدان الوعى.

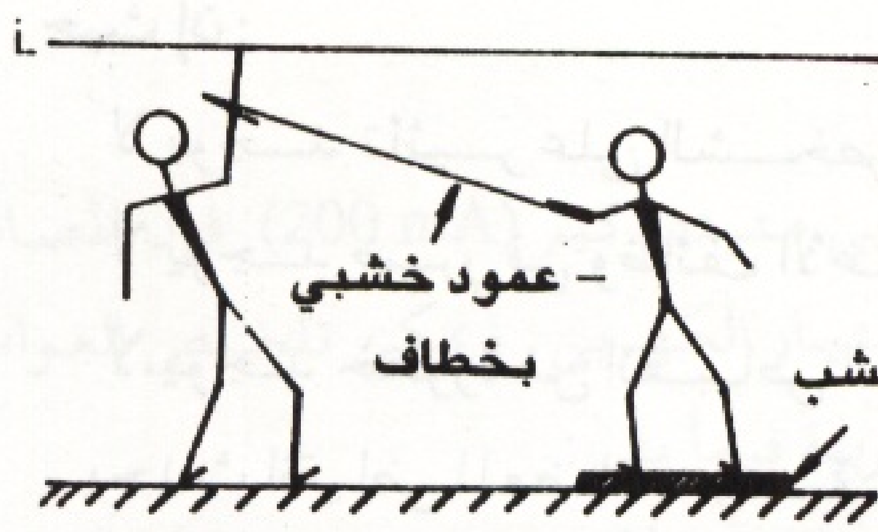
جـ- فقدان الوعى وتوقف القلب والتنفس وتوقف الدورة الدموية.

١ / ٥ - الاسعافات الأولية للمصاب بالصدمة الكهربية

هناك عدة اسعافات أولية تجرى للمصاب بالصدمة الكهربية يمكن إيجازها فيما يلى :

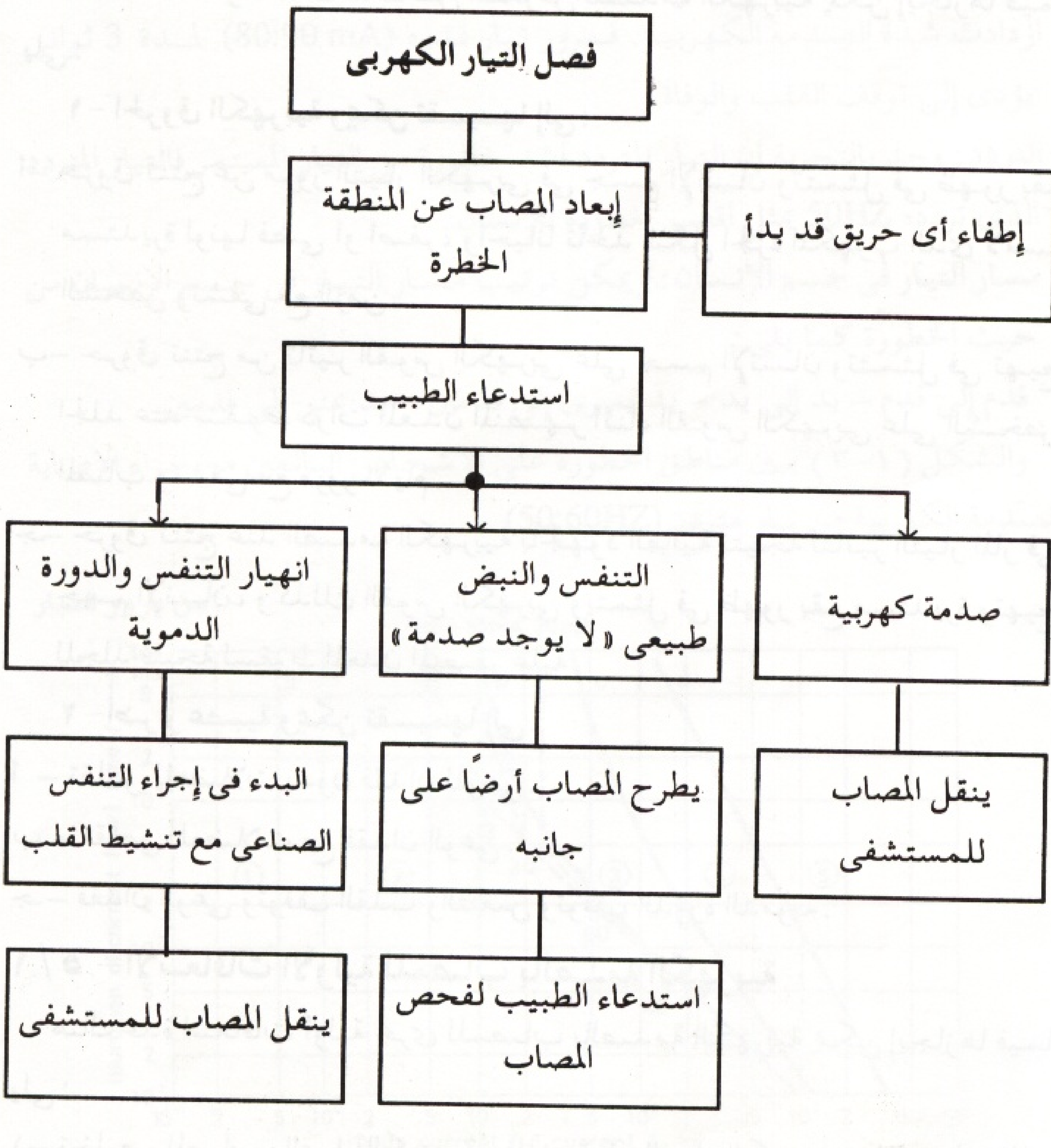
١- تخليص المصاب بالتيار الكهربى وذلك بقطع التيار الكهربى، وإذا تعذر ذلك

يقوم المنقذ بإبعاد المصاب عن الجسم المكهرب بواسطة عمود خشبى كما هو مبين بالشكل (١-٤).



الشكل (١-٤)

وبعد ذلك يقوم المنقذ باستدعاء الطبيب ثم التعامل مع المصاب تبعًا لحالته والمخطط الصندوقى للمراحل المتبعة لإنقاذ المصاب بالصدمة الكهربية مبين بالشكل (١-٥).



الشكل (١-٥)

والجدير بالذكر أن هناك ثلاث حالات يمكن أن يتعرض لها المصابين بالصدمة الكهربية وهم كما يلى:

أ- توقف الجهاز التنفسى والدورة الدموية ويمكن التأكد من ذلك بوضع مرآة فى مقابلة فم المصاب، ففى حالة عدم وجود تكاثف على المرآة فإن هذا يدل على انهيار الجهاز التنفسى ويمكن وضع ورقة فى مقابلة فم وأنف المصاب فإذا لم تتحرك دل على انهيار الجهاز التنفسى وفى هذه الحالة يجرى تنفس صناعى للمصاب، ويمكن التأكد من انهيار الدورة الدموية وذلك بتعريض عينيى المصاب للضوء فإذا لم تتقلص دل على انهيار الدورة الدموية ويقوم بتحديد طبيعة الإصابة الأشخاص المدربين فى الإسعافات الأولية.

وهناك طريقتان لإجراء التنفس الصناعى للمصاب وهما كما يلى:

الطريقة الأولى: يقوم المنقذ بالضغط على صدر المصاب بكلتا راحتيه ليطرد هواء الزفير ثم يزيل الضغط ليتيح الفرصة لهواء الشهيق بالدخول، ويكرر ذلك بصفة دورية بمعدل 12:15 ضغطة فى الدقيقة مع مراعاة نزع ملابس المصاب التى تعوق تنفسه وفتح الفم والتأكد من عدم قيام اللسان بغلق الحلق.

الطريقة الثانية: تسمى بطريقة النفخ وتسمى أحياناً بقبلة الحياة ويقوم المنقذ بنفخ الهواء بفمه فى فم المصاب ويجب أن يكون رأس المصاب مائلة للخلف حتى لا يقوم اللسان بغلق الحلق.

وفى نفس الوقت يجب تدليك الصدر براحتى اليد ثم تحريره بمعدل 60:80 مرة فى الدقيقة، وبذلك تتقلص عضلة القلب ويندفع الدم فى الدورة الدموية.

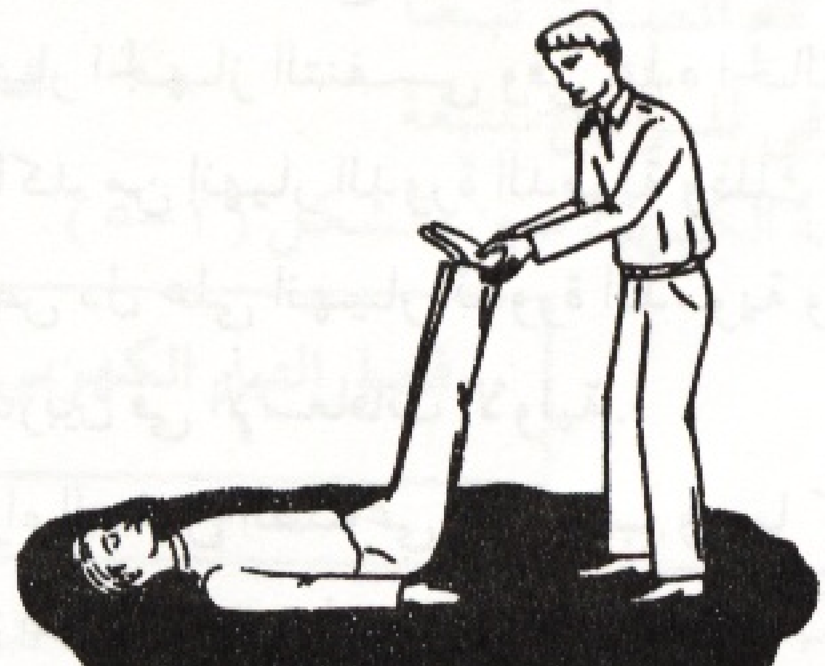
والشكل (١-٦) يوضح الخطوات المتبعة لإجراء التنفس الصناعى بالنفخ.

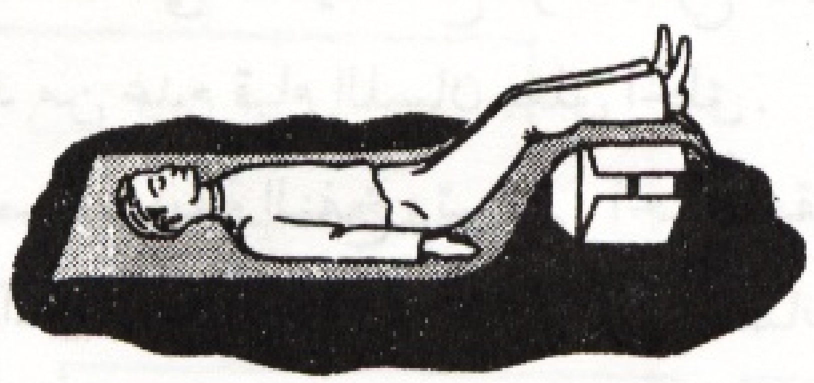


الشكل (١-٦)

ب- **صدمة كهربية:** إن المصاب بالصدمة الكهربية يكون نبضه سريع وضعيف، ويشعر المصاب ببرودة ويظهر العرق على جبهته وفى هذه الحالة يطرح المصاب علي ظهره ويرفع قدميه لأعلى للسماح للدم بالعودة إلى الجسم.

والشكل (١-٧) يبين وضع الصدمة



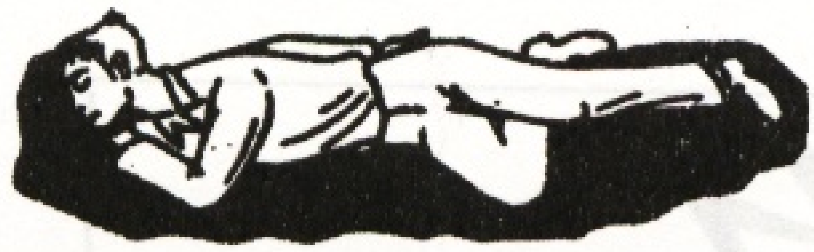


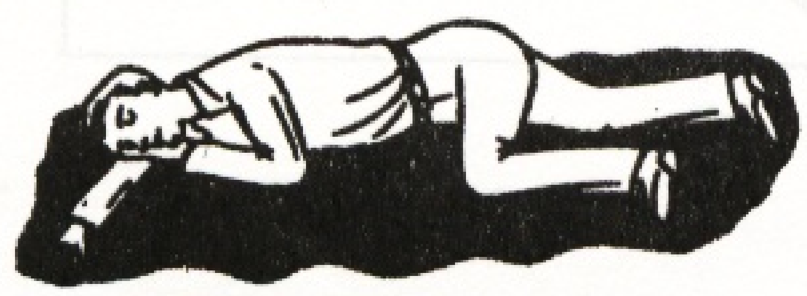
الشكل (١-٧)

جـ- التنفس والنبض طبيعي:

إذا كانت الدورة الدموية والجهاز التنفسى فى حالة جيدة، يوضع المريض علي جانبه مع إمالة الرأس للخلف قليلاً مع وضع يده أسفل رأسه، وحماية المصاب من البرودة وذلك بتدفئته ببطانية ومنعه من شرب الماء.

والشكل (١-٨) يعرض وضعين مختلفين لمصاب الصدمة الكهربية والذى تنفسه ونبضه طبيعياً.





الشكل ١-٨

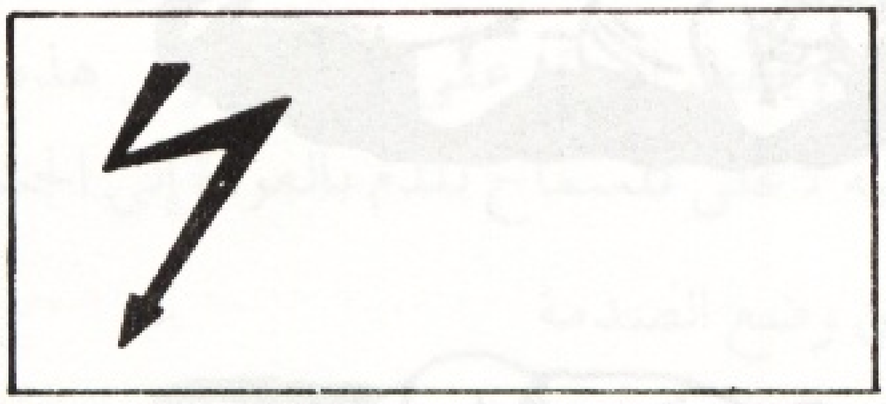
والجدير بالذكر أنه يجب فحص المصاب بواسطة الطبيب حتى ولو ظن المصاب أنه قد نجا وأنه خالٍ من أى إصابة لأنه فى بعض الأحيان لا تظهر أعراض الانهيارات الداخلية إلا بعد فترة من الزمن.

١ / ٦ – تعليمات السلامة للعمل فى الدوائر الكهربية

لقد وجد أن الغالبية العظمى من الأشخاص الذين يتعرضون للصدمة الكهربية نتيجة لعدم اتباعهم تعليمات السلامة لذلك يجب على كل مهندس كهرباء أو فنى كهرباء اتخاذ اللازم لحماية أنفسهم ورفقائهم من الصدمة الكهربية. ويمكن تلخيص تعليمات السلامة فيما يلى:

١- العزل ويتم ذلك بفصل التيار الكهربى عن الدوائر الكهربية التى سيتم التعامل معها وذلك بفصل القواطع أو المصهرات أو بوضع المفاتيح الكهربية الرئيسية على وضع OFF.

٢- التأكد من أن التيار الكهربى لن يتم وصله مرة أخرى بواسطة أحد الأشخاص، فبعد فصل التيار الكهربى يجب تعليق اللوحة المبينة بالشكل (١-٩) عند مكان المصهرات أو القواطع ويفضل غلق لوحة التوزيع بقفل، مفتاحه مع القائم بالإصلاح.



الشكل (١-٩)

٣- التأكد من عدم وجود جهد كهربى قبل البدء فى العمل، **ويستخدم فى ذلك** جهاز الآفوميتر ولا يستخدم مفك الاختبار لأن لمبة هذا **المفك لن تضىء إلا عند** مرور التيار الكهربى فيها، ففى حالة وقوف الشخص المختبر على **أرضية عازلة** فإن اللمبة لن تضىء عند وجود جهد كهربى.

٤- **عمل** قصر بين الأوجه الثلاثة مع الأرضى، ويتم ذلك **بتوصيل الأرضى أولاً ثم** توصل الأوجه الثلاثة بعد ذلك، ففى حالة وجود أى شحنة **كهربية فإنها سوف** تتسرب للأرض، ويجب استخدام موصلات لها **مساحة مقطع مناسبة كى** تتحمل تيار القصر الذى قد ينتج نتيجة للتوصيل الخاطىء **للمفتاح الرئيسى أو** القواطع أو المصهرات

٥- ارتداء الأحذية العازلة عند التعامل مع الدوائر الكهربية.

الباب الثاني

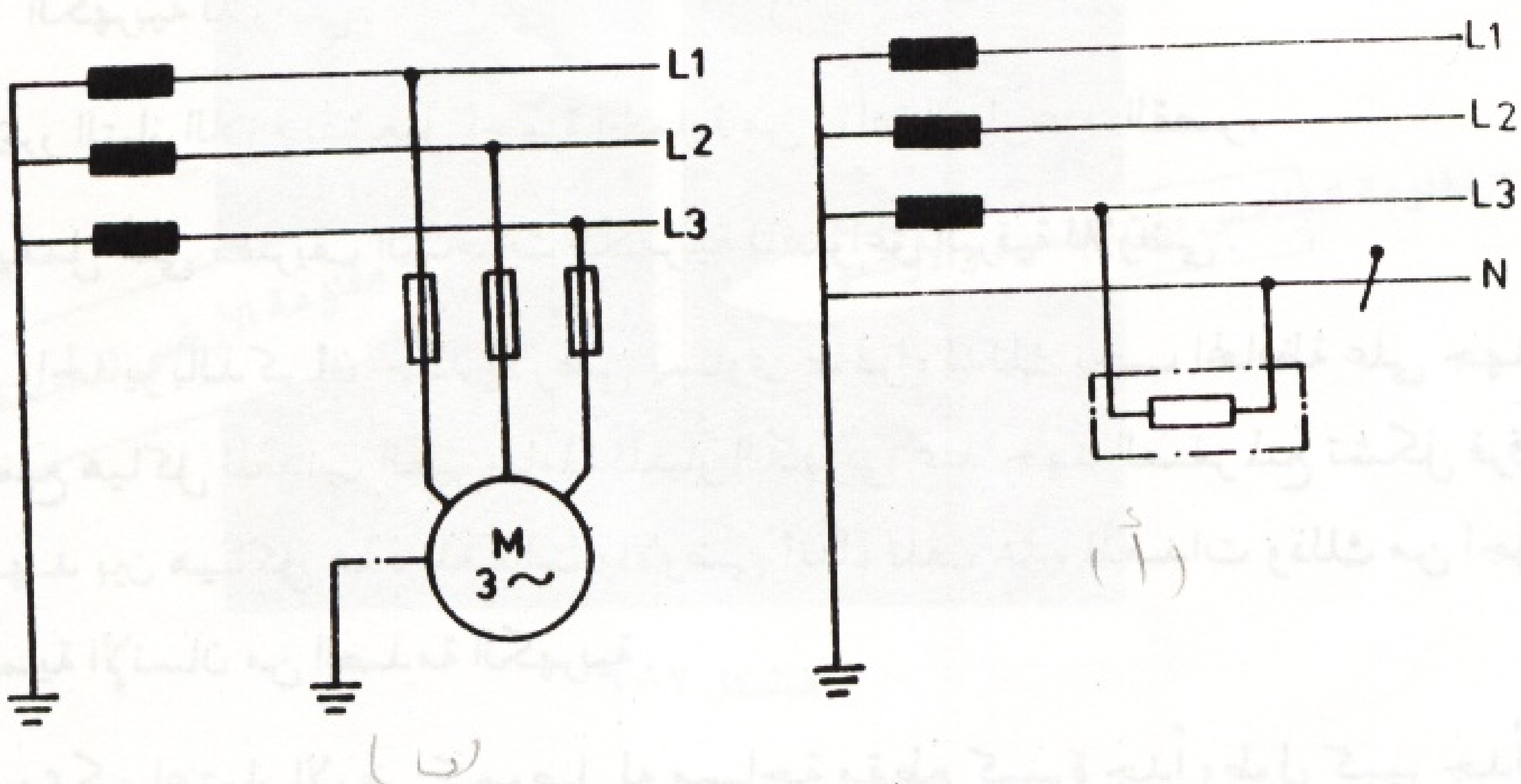
التأريض الوقائى

التأريض الوقائي

٢ / ١ - مقدمة

التأريض هو توصيل نقطة ما فى دائرة كهربية بالأرض، ويسمى ذلك بتأريض الخدمة Function earthing، أو توصيل جسم موصل غير حامل للتيار الكهربى بالأرض مثل : هيكل جهاز كهربى ويسمى ذلك بتأريض الوقاية Protection earthing . والأرضى هو عبارة عن موصل غير معزول مدفون بالأرض ويسمى بالقطب الأرضى .

والشكل (٢-١) يوضح الفرق بين تأريض الخدمة (الشكل أ)، وتأريض الوقاية (الشكل ب) .



الشكل (٢-١)

فيتضح من الشكل (أ) أنه تم توصيل نقطة النجما للمحول الكهربى بالأرضى من أجل الحصول على خط تعادل، وبالتالى يمكن الحصول على جهد وجه فإذا كان جهد الخط (الجهد بين وجه وآخر) 380V فإن جهد الوجه (الجهد بين وجه

والتعادل) يساوى 220V وهذا ضرورى لتشغيل الأحمال الأحادية الوجه. أما فى الشكل (ب) فقد تم توصيل جسم المحرك بالأرضى، وذلك من أجل حماية الإنسان من الصدمة الكهربية عند ملامسته لهيكل المحرك أثناء حدوث انهيار داخلى لعزل المحرك، وسوف نتناول هذا الموضوع بالتفصيل فى الباب الرابع.

ويتكون نظام التأريض الوقائى من قطب واحد أو عدة أقطاب أرضية وموصل أرضى Earthing Conductor ،وموصل وقاية Protection Conductor ، ومجموعة من الوصلات Bondings .ويعمل نظام التأريض الوقائى على:

- منع تشكل أى جهد على الوسط المحيط عند حدوث أى خطأ مثل: هياكل المعدات الغير حاملة للتيار الكهربى وذلك بالربط الكهربى لجميع هياكل الأجهزة والمعدات الكهربية الموصلة للتيار الكهربى مع نظام التأريض.
- يسمح بإمرار الشحنات الإستاتيكية التى تتشكل على هياكل المعدات والأجهزة الكهربية للأرضى.
- يمرر التيار اللازم لتشغيل أجهزة الحماية من زيادة التيار عند القصر.
- يعمل على تصريف الشحنات الكهربية للصواعق البرقية للأرضى.

والجدير بالذكر أن جهد الأرضى يساوى صفراً، لذلك يجب المحافظة على جهد جميع هياكل المعدات الغير حاملة للتيار الكهربى عند جهد الصفر لمنع تشكل فرق جهد بين هياكل هذه المعدات والأرضى أثناء تلف هذه المعدات وذلك من أجل حماية الإنسان من الصدمة الكهربية.

ويمكن اعتبار الأرض كموصل له مساحة مقطع كبيرة جداً وطول كبير جداً، ويمكن لها حمل أى تيار مهما كان شدته. وتعتمد المقاومة النوعية للأرض على عدة أمور مثل: نوعية التربة - الرطوبة - درجة الحرارة - الفصل من العام (شتاء - ربيع - خريف - صيف).

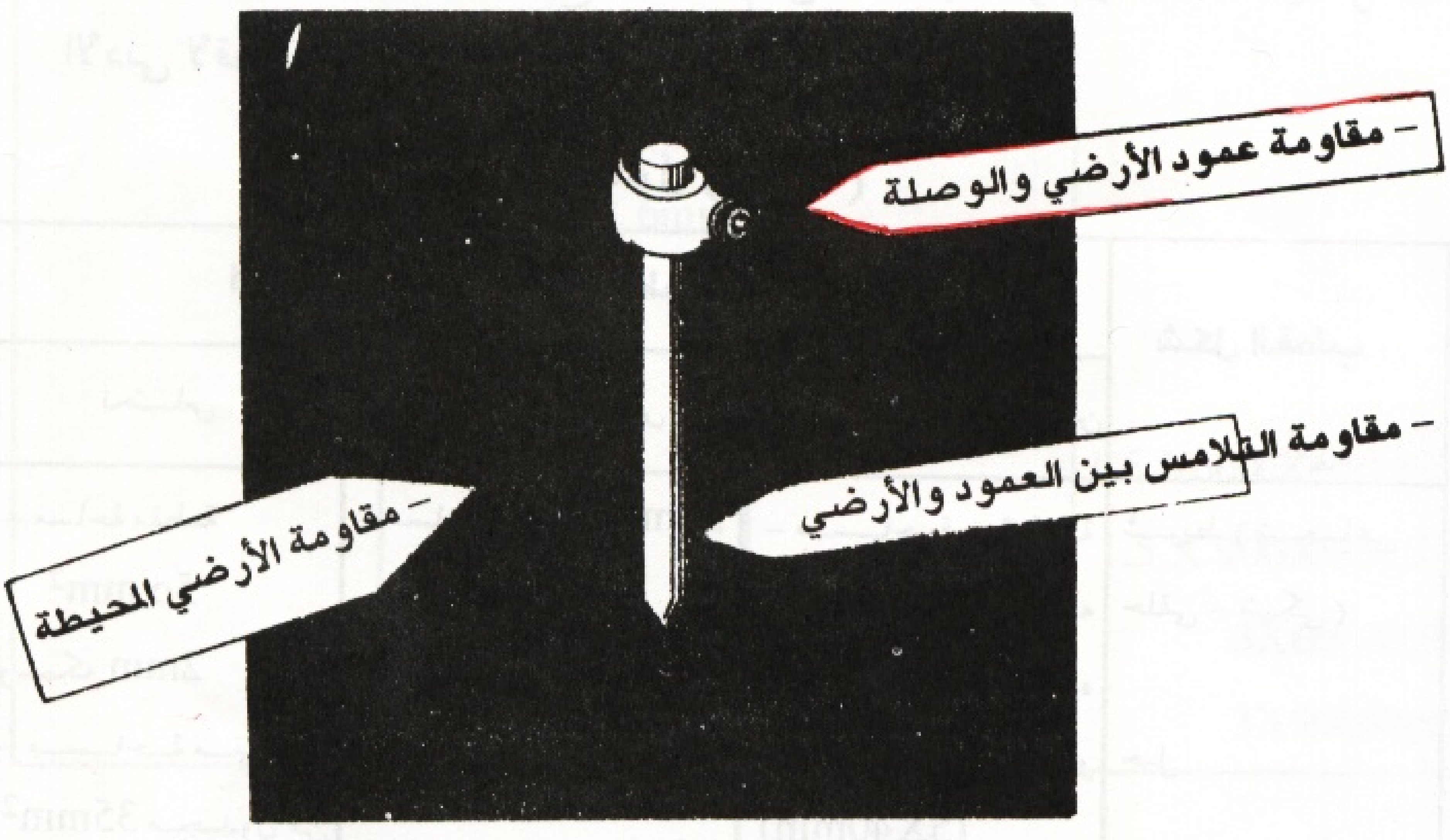
ولقد وجد بالتجربة أن زيادة طول قطب الأرضى له تأثير أكبر من زيادة قطر قطب الأرضى فى تقليل مقاومة الأرضى حتى لو تساوت المساحة السطحية فى

الحالتين ، وتتكون مقاومة الأرضى كما هو مبين بالشكل (٢-٢) من :

- مقاومة عمود الأرضى ومقاومة الوصلة مع عمود الأرضى .
- مقاومة التلامس بين عمود الأرضى والتربة .
- مقاومة الأرض المحيطة .

ومقاومة عمود الأرضى (قطب الأرضى) ليست كبيرة بل يمكن اعتبارها مهملة .

وعندما يكون عمود الأرضى غير مغطى بطبقة عازلة ويوجد تلامس جيد بين الأرضى وعمود الأرضى فإن مقاومة التلامس بين عمود الأرضى والتربة تكون صغيرة هى الأخرى، أى أن مقاومة الأرضى تكمن فى مقاومة الأرض المحيطة بعمود الأرضى .



الشكل ٢-١

ويمكن اعتبارها مجموعة من القشرات المحيطة بالقطب الأرضى، فكلما ازدادت المساحة السطحية للقشرة قلت مقاومتها أى أن مقاومة الأرض تكون غير خطية بمعنى أنها تكون صغيرة بالقرب من القطب الأرضى، وتزداد كلما ابتعدنا عن القطب الأرضى .

٢ / ٢- أنواع الأقطاب الأرضية

يمكن تقسيم الأقطاب الأرضية إلى :

١ - **أقطاب أرضية طبيعية** وهى تتمثل فى أجزاء معدنية مدفونة طبيعياً فى الأرض مثل : أنابيب الماء والغاز المعدنية والهياكل المعدنية للمبانى والأعمدة الحديدية والأعمدة الخرسانية التى تحتوى على حديد مسلح وطبقة التدريع للكابلات .

والجدير بالذكر أنه لا ينصح باستخدام مواسير الماء والغاز كقطب أرضى، ولكن يمكن توصيلهما مع نظام معادلة الجهد **Equipotential System** والذى سوف نتناوله فى الفقرة (٤ / ٩) .

٢ - **أقطاب أرضية صناعية** وهى تعد من قبل المختصين ويوجد منها عدة أشكال . والجدول (٢-١) يبين الأنواع المختلفة من الأقطاب الأرضية الصناعية والحد الأدنى لأقطارها .

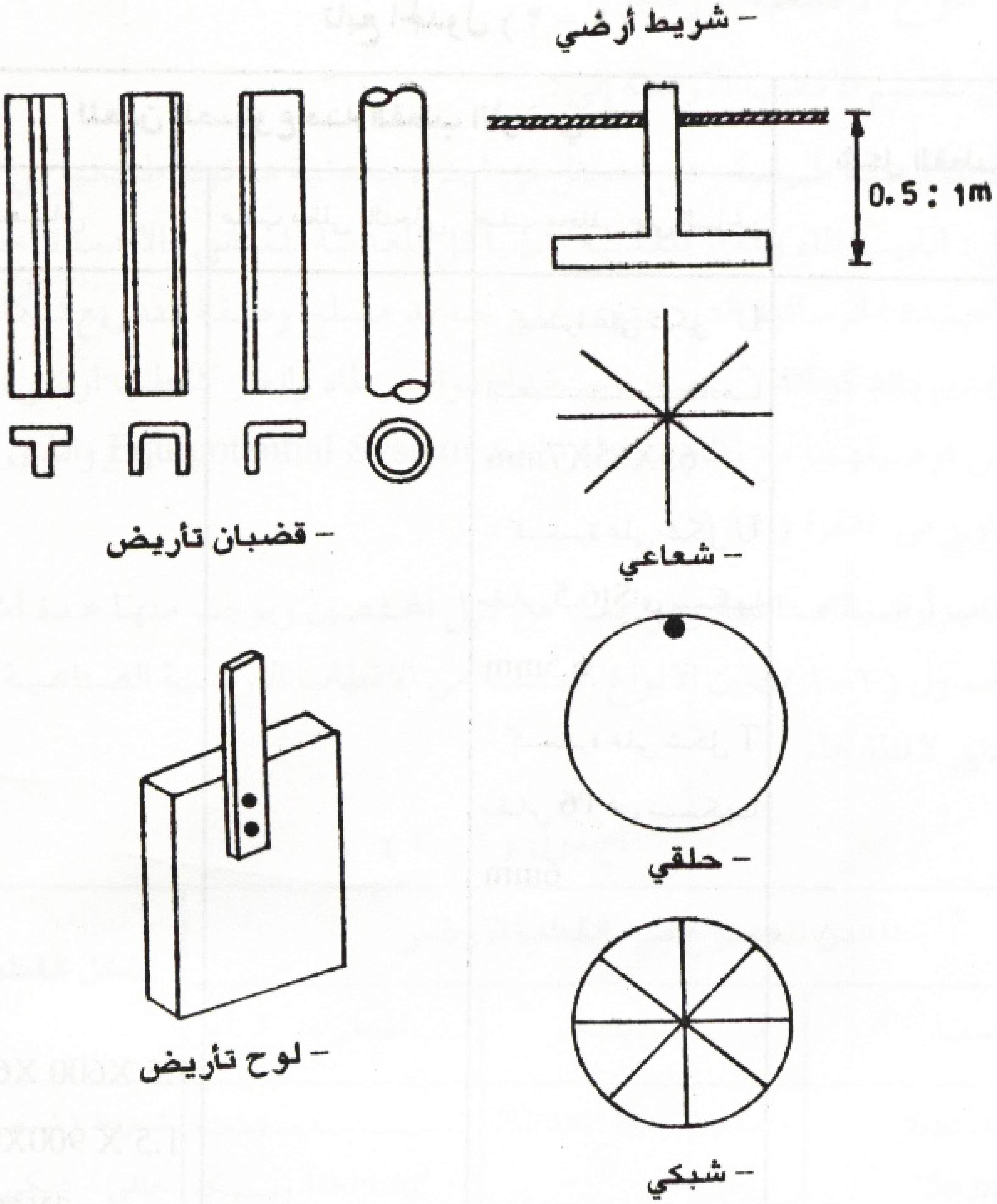
الجدول (٢ - ١)

شكل القطب	المعدن المصنوع منه القطب الأرضي		
	صلب مجلفن على الساخن	صلب مطلى بالنحاس	نحـــاس
شريط (شعاعى - حلقى - شبكى) أو حبل	- مساحة مقطعة $100mm^2$ وسمكه الأدنى 2mm وأبعاده المفضلة (4x30mm) أو (5X40mm).	- مساحة مقطعة $50mm^2$	- مساحة مقطعة $5o\ mm^2$ وسمكه 2mm - مساحة مقطعة $35mm^2$ مجدول من أسلاك غير دقيقة .
ماسورة	- ماسورة مقاسها بوصة أو 2 بوصة		- ماسورة من النحاس قطرها الخارجى 30mm وسمكها 3mm.
عمود	- عمود قطره 16mm	- عمود من الصلب قطره 15mm وعليه طبقة من النحاس سمكها 2.5mm	- عمود قطره 15mm أو 20mm

تابع الجدول (٢ - ١)

شكل القطب	المعدن المصنوع منه القطب الأرضي		
	صلب مجلفن على الساخن	صلب مطلي بالنحاس	نحـــاس
	- كـمـرة على شكل L أبعـــــــــادهـا 65X65X7mm - كـمـرة على شكل U مقاس St6.5 أي سمكها 6.5mm - كـمـرة على شكل T مقاس T6 أي سـمكهـا 6mm 3X 600X600 3X900X900		1.5 X600 X600 mm 1.5 X 900X900mm 3X600X600 3X900X900

والشكل (٢-٣) يبين الأشكال المختلفة للأقطاب الأرضية الصناعية.

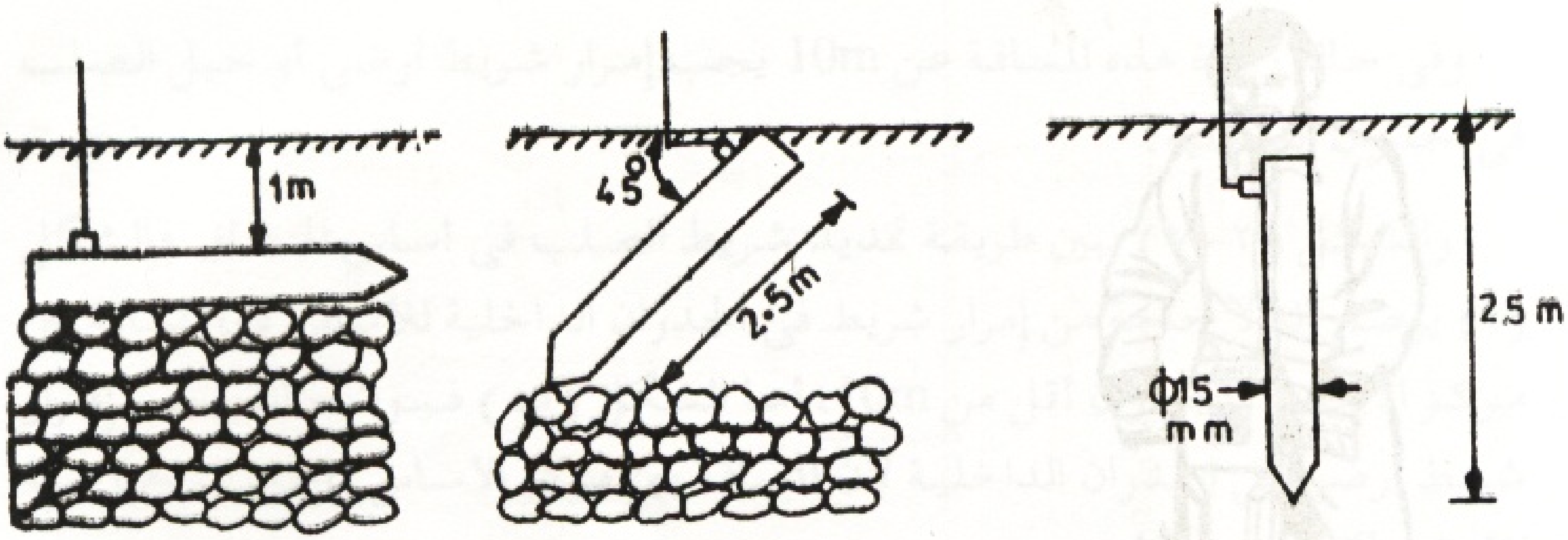


الشكل (٢–٣)

٢ / ٢ / ١ – القضبان الأرضية Earth rods

تعد القضبان الأرضية أرخص أنواع الأقطاب التى يتم غرسها فى الأرض إما بصورة رأسيه إذا كانت الأرض لينة، أو بصورة مائلة إذا تعذر غرسها بصورة عمودية نتيجة لاعتراض طبقة صخرية مسار القطب بشرط ألا تقل زاوية ميل العمود عن 45^0 مع مستوى الأرض، أو يوضع القضيب أفقياً على عمق 1m .

والشكل (٢–٤) يوضح الطرق المختلفة لغرس القضبان الأرضية.



الشكل ٢-٤



الشكل ٢-٥

ويتم غرس القضبان الأرضية فى الأرض إما بالحفر ثم الردم أو بالدق اليدوى أو بالدق بالمطارق الكهربية أو الهوائية أو الهيدروليكية.

ويكون طول القضبان الأرضية أكبر من 1m وأقل عادة من2.5m ، وتتميز القضبان الأرضية المتوفرة فى الأسواق بأنها قابلة الأستطالة بتجميع عدة وصلات مع بعضها حيث تكون مزودة بجلب توصيل خارجية كما هو مبين بالشكل (٢-٥).

وتعتبر القضبان الأرضية المصنوعة من النحاس أفضل القضبان الأرضية، ولكنها ليست متينة بالقدر الكافى لغرسها فى الأرض على أعماق كبيرة بالطرق التقليدية، ولذلك تعتبر قضبان الصلب المطلية بالنحاس هى الأفضل فى مثل هذه الظروف، حيث يمكن غرسها لأعماق تصل إلى 30m فى التربة الرملية.

والجدير بالذكر أنه أمكن التغلب على مشكلة المتانة الميكانيكية للقضبان النحاسية باستخدام الجهاز المبين بالشكل (٢-٦)، حيث يتم شبك قضيب النحاس المرن مع مقدمة دقاق هوائى، وبالتالى يمكن غرسه على أى عمق علماً بأن هذا الجهاز من صناعة شركة Elpress .



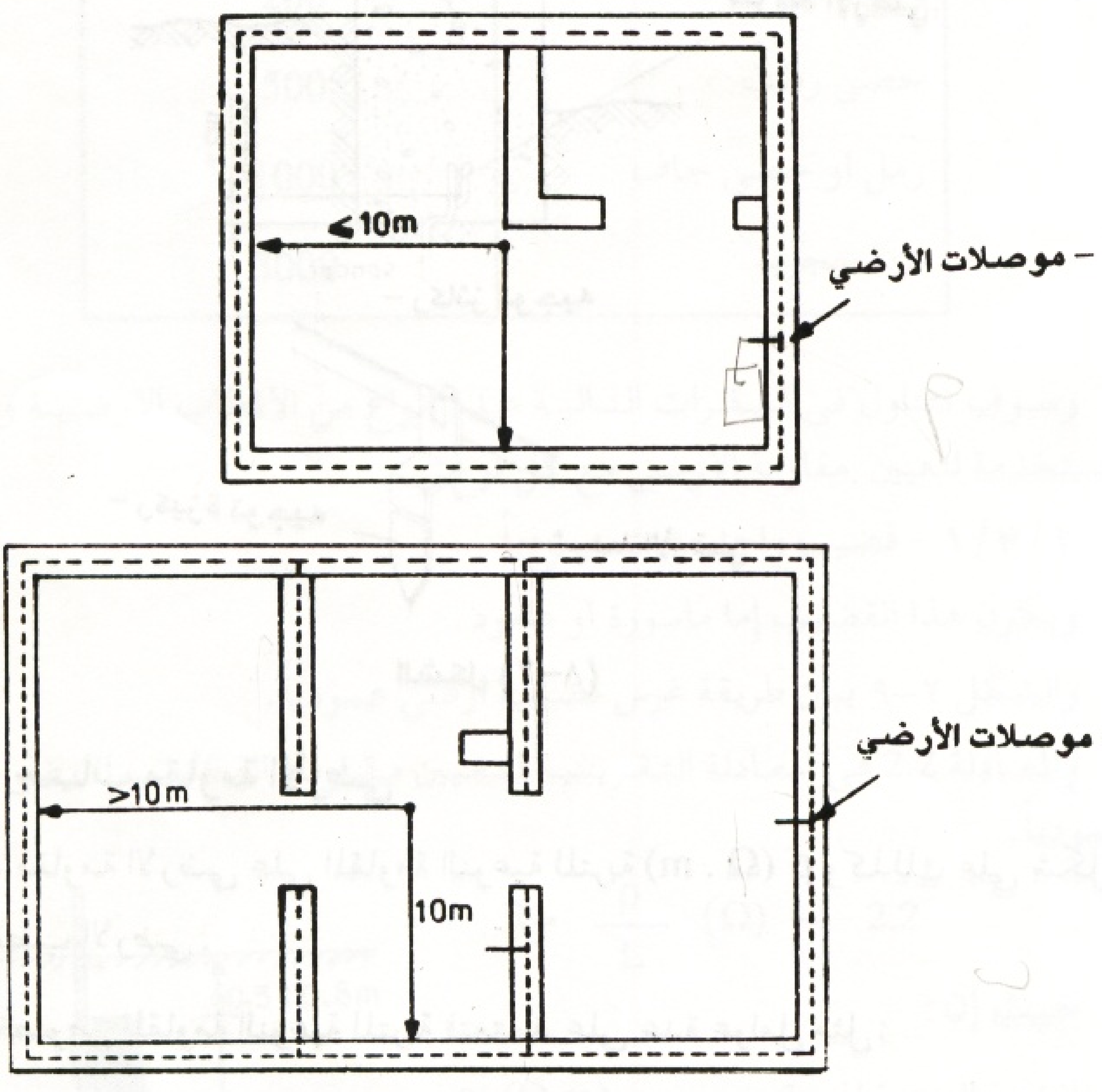
الشكل (٢-٦)

٢ / ٢ / ٢ -الشرائط الأرضية المدفونة فى الأساس

لقد أسفرت نتائج التجارب المجراة فى ألمانيا على أن أفضل النتائج يمكن الحصول عليها من دفن شريط من الصلب أو حبل من الصلب فى الأساس على شكل مسار مغلق حيث تكون أبعاد الشريط 30X3.2mm أو 25X4mm ، ويكون قطر حبل الصلب المجلفن على الساخن لا يقل عن 10mm . ويجب ألا تبعد جوانب الأساس عن مركز الأساس عن 10m .

وفى حالة زيادة هذه المسافة عن 10m يجب إمرار شريط أرضى أو حبل الصلب فى الجدران الداخلية .

والشكل (٢-٧) يبين طريقة تمديد شريط الصلب فى أساس المنشأة . فالشكل (أ) يوضح أنه لا حاجة من إمرار شريط فى الجدران الداخلية للأساس لأن المسافة بين مركز الأساس والجدران أقل من 10m، أما الشكل (ب) فيوضح أنه يجب إمرار شريط أرضى فى الجدران الداخلية لأن المسافة بين مركز الأساس والجدران الخارجية للأساس أكبر من 10m .



الشكل (٢-٧)

وعادة تستخدم ركائز توجيه spacer لتمديد شريط الأرضى

الشكل (٢ - ٨) يوضح طريقه تمديد الشريط الأرضى فى الأساس .

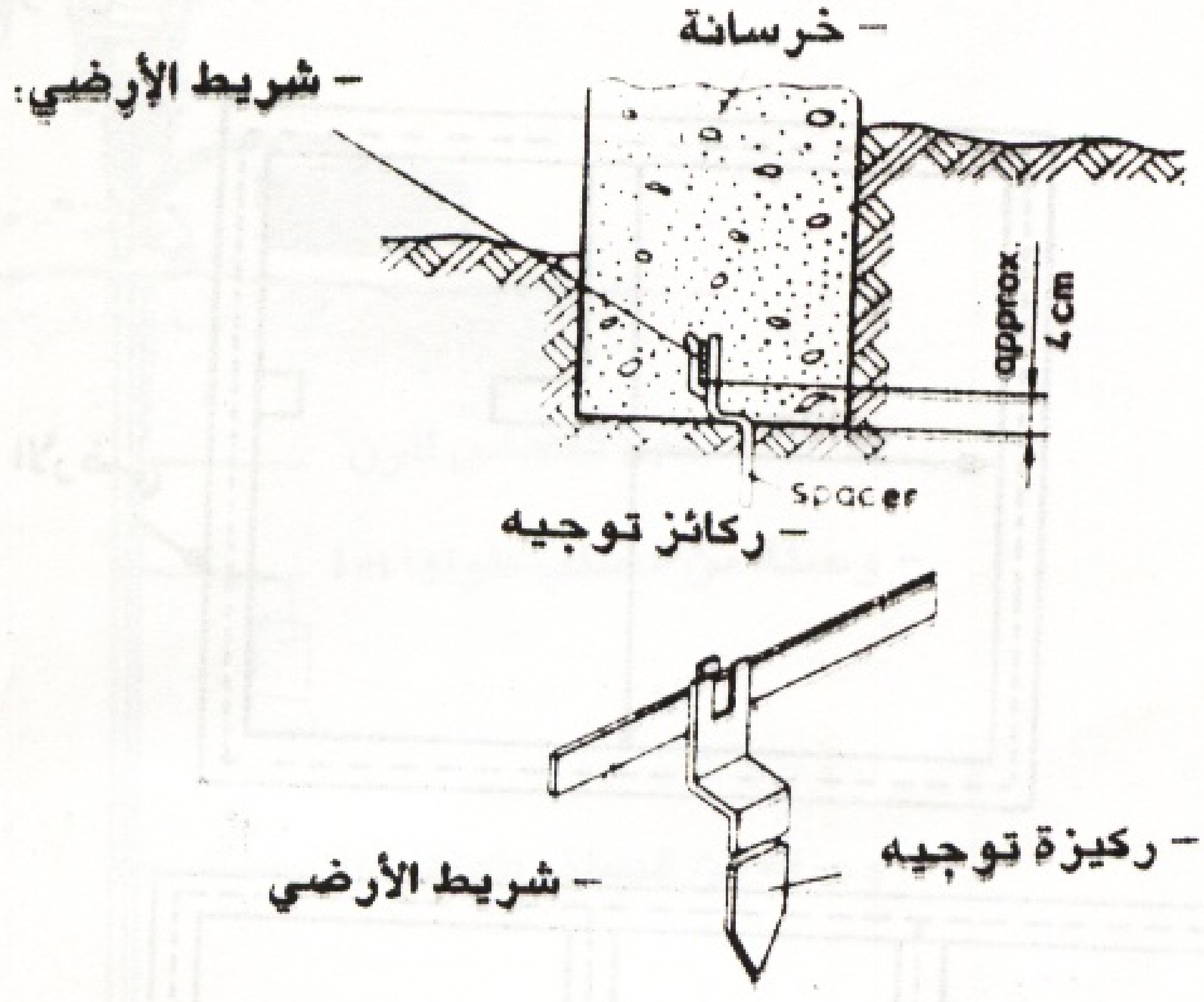
ويمكن تعيين مقاومة القطب الأرضى المدفون بالأساس بالمعادلة 2-1

$$R = \frac{0.2\rho}{\sqrt[3]{I}} \quad \Omega \qquad \rightarrow 2.1$$

حيث إن : ρ المقاومة النوعية للتربة (Ω . m)

L طول الشريط (m)

I حجم الأساس المحيط بالقطب الأرضى (m^3)



الشكل (٢–٨)

٢ / ٣ – حساب مقاومة الأرضى

تعتمد مقاومة الأرضي على المقاومة النوعية للتربة (Ω . m) ρ وكذلك على شكل وأبعاد القطب الأرضى.

أما بخصوص المقاومة النوعية للتربة فتعتمد على عدة عوامل مثل:

١– نوع التربة.

٢– رطوبة التربة.

٣– المقاومة النوعية للسوائل الموجودة بالتربة.

٤– حرارة التربة.

والجدول (٢-٢) يبين القيمة المتوسطة للمقاومات النوعية لترب مختلفة .

الجدول (٢-٢)

نوع التربة	المقاومة النوعية $\Omega . m$
أرض مستنقعات	30
تربة جيرية أو طينية	100
رمل رطب	200
حصى رطب	500
رمل أو حصى جاف	1000
تربة حجرية	3000

وسوف نتناول فى الفقرات التالية عدة أنواع من الأقطاب الأرضية والمعادلة المستخدمة لتعيين مقاومة الأرضى مع كل نوع .

٢ / ٣ / ١ - قضيب واحد مثبت عمودياً

ويكون هذا القضيب إما ماسورة أو عامود .

والشكل ٢-٩ يبين طريقة غرس قضيب أرضى عمودياً .

والمعادلة 2.2 هى المعادلة التقريبية لتعيين مقاومة القضيب الأرضى المثبت عمودياً .

$$R= \frac{\rho}{L} \ (\Omega) \rightarrow \ 2.2$$

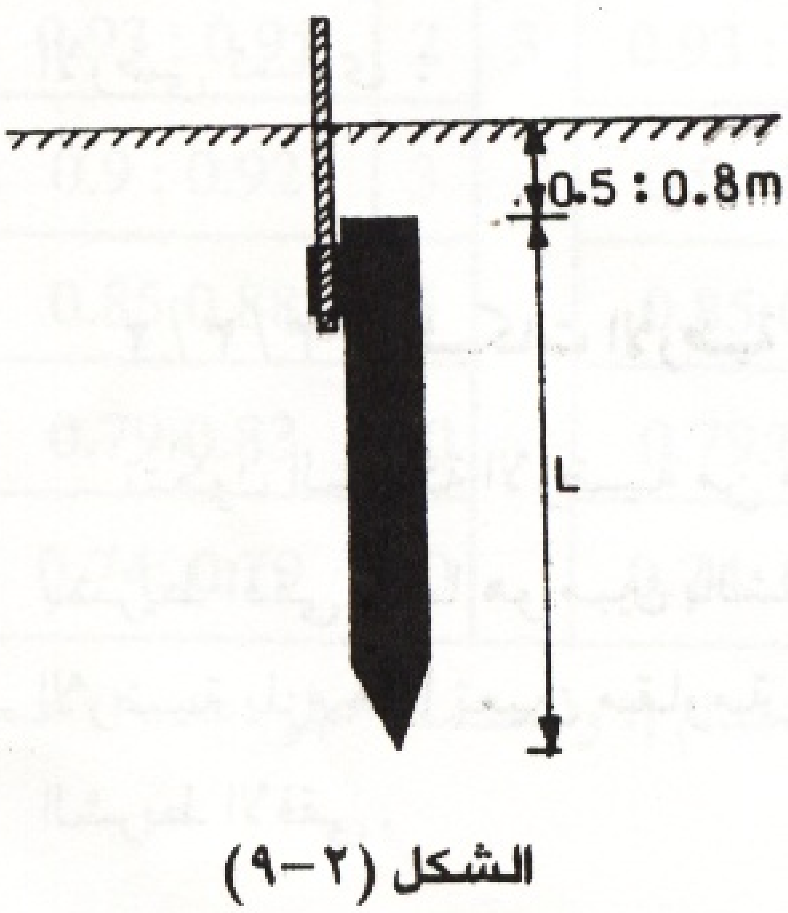
حيث إن :

المقاومة النوعية للتربة $\rho \ (\Omega.m)$

طول القضيب المدفون بالأرض $L \ (m)$

فإذا كانت المقاومة النوعية للتربة $(50\Omega.m)$

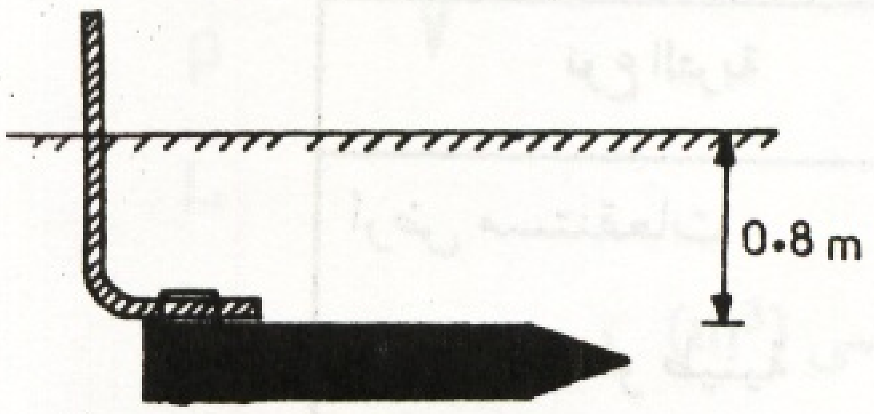
وطول قضيب الأرضى $(2.5m)$ ،فإن مقاومة



الشكل (٢-٩)

الأرضى تساوى :

$$R = \frac{50}{2.5} = 20\ \Omega$$



الشكل (٢-١٠)

٢ / ٣ / ٢ -قضيب واحد مثبت أفقياً

ويكون على شكل قضيب له مقطع دائرى نصف قطره d ، وطوله L ، أو على شكل شريط من الصلب بسمك أكبر من3mm ونصف عرضه d وطوله L ومدفون على عمق 80Cm. والشكل (٢-١٠) يبين طريقة وضع قضيب أرضى أفقياً. والمعادلة 2.3 هى المعادلة التقريبية لتعيين مقاومة القضيب الأرضى الموضوع أفقياً على عمق 80Cm.

$$R = \frac{2\rho}{L} \quad (\Omega) \quad \rightarrow \quad 2.2$$

حيث إن :

المقاومة النوعية للتربة	$\Omega.m$	ρ
طول العمود	(m)	L

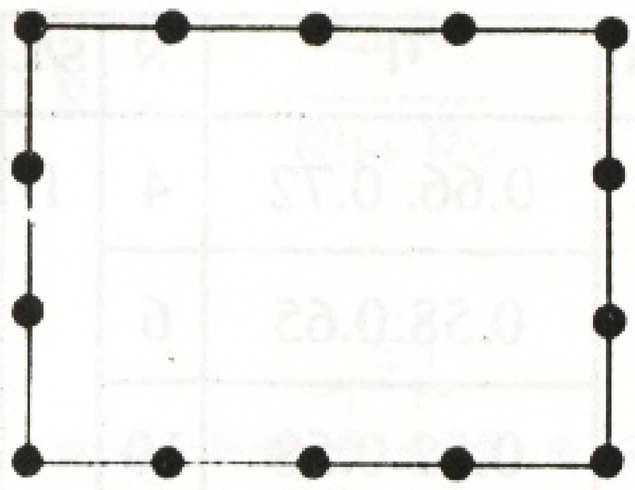
فإذا كانت المقاومة النوعية للتربة (50Ω.m) وطول العمود (4m) ، فإن مقاومة الأرضى تساوى :

$$R = \frac{2X\ 50}{4} = 25\ \Omega$$

٢ / ٣ / ٣- الشبكات الأرضية

تتكون الشبكة الأرضية من مجموعة من القضبان الرأسية المتصلة فيما بينها بشريط أفقى كما هو مبين بالشكل (٢-١١) وحتى يمكن تعيين مقاومة الشبكة الأرضية يلزم هذا تعيين مقاومة القضبان العمودية بمفردها وكذلك تعيين مقاومة الشريط الأفقى.

والشكل (٢-١٢) يبين طريقة تثبيت عدة قضبان عمودياً وموصلة على التوازى والمعادلة 2.3 هى المعادلة التقريبية لتعيين مقاومة الأرضى المؤلف من شبكة أرضية .



الشكل (٢-١١)

$$Rv = \frac{Re}{N\eta} \quad (\Omega) \rightarrow 2.3$$

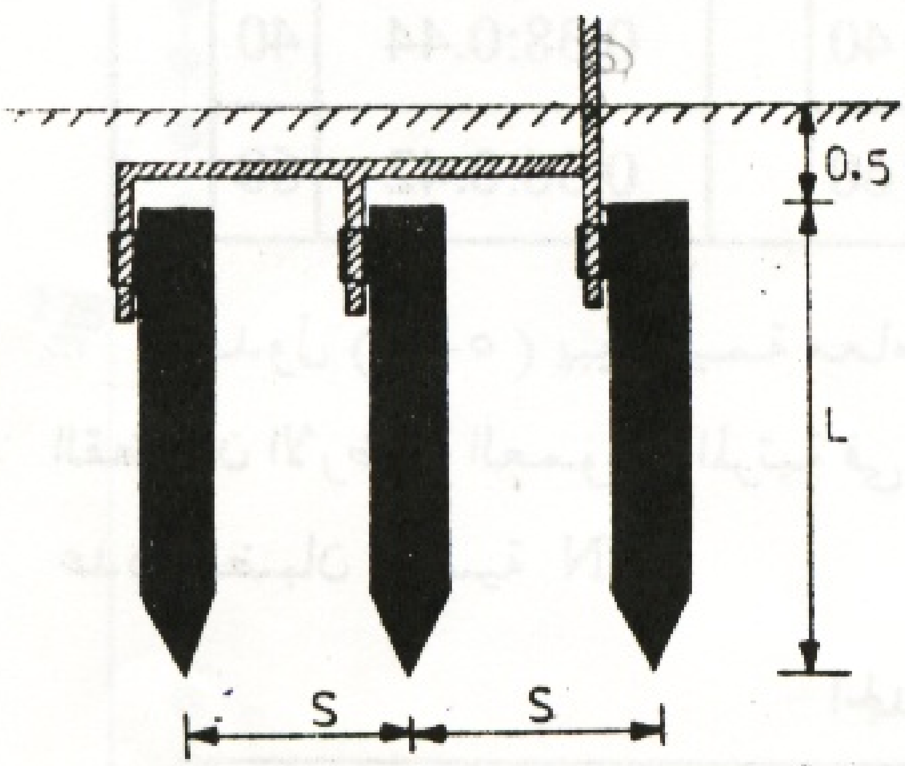
حيث إن :

المقاومة الكلية للأرضى Rv

مقاومة العمود الواحد Re

معامل الاستخدام η

عدد الأقطاب N



الشكل (٢-١٢)

والجدول (٢-٣) يبين قيمة معامل الاستخدام η المعتمدة على عدد الأعمدة المرتبة فى صف واحد N وكذلك النسبة S/L .

الجدول (٢-٣)

η	N	S/L	η	N	S/L	η	N	S/L
0.93 : 0.95	2	3	0.93 : 0.95	2	2	0.8 : 0.87	2	1
0.9 : 0.92	3		0.9 : 0.92	3		0.76: 0.8	3	
0.85:0.88	5		0.85:0.88	5		0.67: 0.72	5	
0.79:0.83	10		0.79:0.83	10		0.56: 0.62	10	
0.74: 0.79	20		0.74: 0.79	20		0.5 : 0.47	20	

والجدول (٢-٤) يبين قيمة معامل الاستخدام η والمعتمدة على عدد الأعمدة

المرتبة فى مسار مغلق N وكذلك النسبة S/L.

الجدول (٢-٤)

η	N	S/L	η	N	S/L	η	N	S/L
0.84 : 0.86	4	3	0.76:0.8	4	2	0.66: 0.72	4	1
0.78: 0.82	6		0.71:0.75	6		0.58:0.65	6	
0.74: 0.78	10		0.66:0.71	10		0.52:0.58	10	
0.68: 0.72	20		0.61:0.66	20		0.44:0.5	20	
0.64: 0.69	40		0.55:0.61	40		0.38:0.44	40	
0.62: 0.67	60		0.52: 0.58	60		0.36:0.42	60	

والجدول (٢-٥) يبين قيمة معامل الاستخدام للشرائط الأفقية التى تصل بين القضبان الأرضية العمودية المرتبة فى صف والتى تعتمد على نسبة S/L ،وكذلك عدد القضبان الرأسية N.

الجدول (٢-٥)

N							S/L
50	30	20	10	8	5	4	
0.21	0.31	0.42	0.62	0.67	0.74	0.47	1
0.31	0.46	0.56	0.75	0.79	0.86	0.89	2
0.49	0.58	0.68	0.82	0.85	0.9	0.92	3

والمعادلة التقريبية 2.4 تعطى قيمة مقاومة الشريط الأفقى الذى يصل بين مجموعة من القضبان العمودية

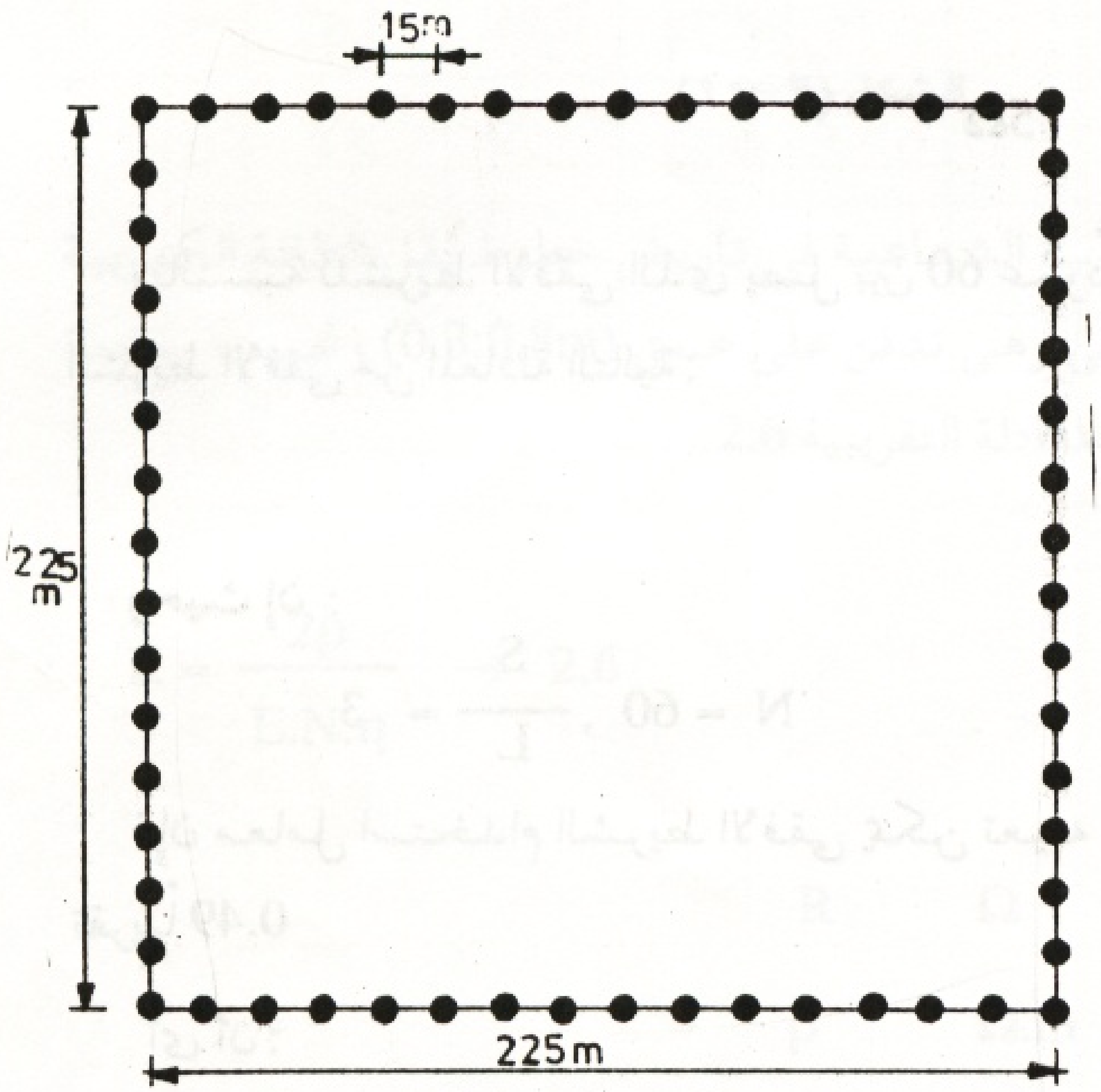
$$Rh = \frac{2\rho}{\eta L} \quad (\Omega) \rightarrow \quad 2.4$$

أما المعادلة التقريبية 2.5 فتعطى قيمة المقاومة المحصلة للشبكة الأرضية Rt

$$Rt = \frac{Rh\ Rv}{Rh + Rv} \quad (\Omega) \quad \rightarrow \quad 2.5$$

مثال :

المطلوب حساب مقاومة الشبكة الأرضية لمصنع والمبينة بالشكل (٢-١٣)



الشكل (٢-١٣)

حيث إن :

عدد القضبان الرأسية N=60

المسافة بين القضيب والآخر S=15m

طول القضيب الرأسي L= 5m

قطر القضيب الرأسي d= 15mm

أبعاد الشريط الأفقي 4X40mm

المقاومة النوعية للتربة $\rho = 1000\ \Omega.m$

الإجابة :

مقاومة القضيب الواحد

$$Re = \frac{\rho}{L} = \frac{1000}{5} = 200\ \Omega$$

المقاومة الكلية للقضبان الرأسية تعين من المعادلة التالية :

$$Rv = \frac{Re}{N\eta}$$

وحيث إن :

$$N = 60 \quad , \quad \frac{S}{L} = \frac{15}{5} = \quad 3$$

فإن معامل الاستخدام η يمكن تعينه من الجدول (٢-٤) وهو يساوى (0.62:0.67) ويمكن اعتبارها 0.65 وبالتالى فإن

$$Rv \;=\; \frac{200}{0.65\ X60} \qquad 5\Omega$$

وبالنسبة للشريط الأفقى الذى يصل بين 60 عموداً رأسيًا فيمكن تعين مقاومة الشريط الأفقى من المعادلة التالية :

$$Rh = \frac{2\rho}{L\eta}$$

وحيث إن :

$$N = 60 \; , \frac{S}{L} = \; 3$$

فإن معامل استخدام الشريط الأفقى يمكن تعينه من الجدول (٢-٥) وتساوى تقريباً 0.49

أى أن :

$$Rh = \frac{2X\ 1000}{0.49\ X\ 900} \quad = 4.5\ \Omega$$

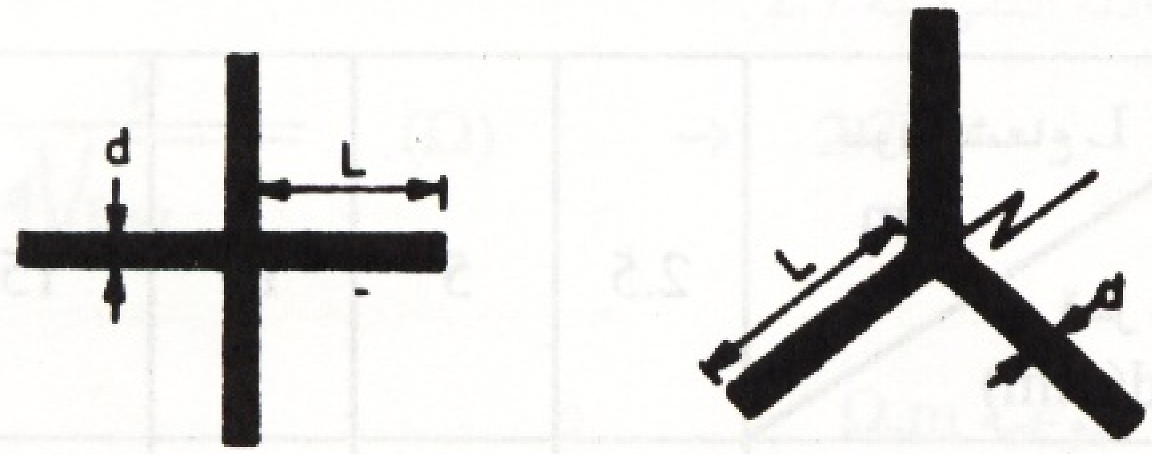
وبالتالى تصبح المقاومة الكلية مساوية

$$Rt = \frac{Rv\ Rh}{Rv + Rh}$$

$$= \frac{5\ X\ 4.5}{5+4.5} \qquad = 2.36\ \Omega$$

٢ / ٣ / ٤ الأقطاب الأرضية الشعاعية

الشكل (٢-١٤) يبين شكل قطب أرضى شعاعى بثلاث أشعة (الشكل أ) وبأربع أشعة (الشكل ب).



الشكل (٢-١٤)

وتستخدم الأقطاب الأرضية الشعاعية فى تأريض خطوط نقل الطاقة الكهربية وتأريض بعض المنشآت والمبانى وهى تدفن على عمق (0.3:0.8m) وتحسب مقاومة القطب الأرضى الشعاعى من المعادلة التقريبية 2.6.

$$R = \frac{2\rho}{L.N.\eta} \rightarrow 2.6$$

حيث إن :

مقاومة الأرضى الشعاعى	Ω	R
المقاومة النوعية للتربة	$\Omega.m$	ρ
طول الشعاع الواحد	m	L
عدد الأشعة		N
معامل الإستخدام		η

ويعين معامل الاستخدام η بدلالة طول الشعاع L وقطر الشعاع d وعدد الأشعة N من الجدول (٢-٦).

الجدول (٢-٦)

عدد الأشعة N	طول الشعاع L m / قطر الشعاع d(mm)	2.5	5	10	15	30
3	10	0.76	0.78	0.81	0.82	0.84
	20	0.74	0.76	0.79	0.8	0.82
4	30	0.63	0.67	0.7	0.72	0.75
	40	0.61	0.65	0.69	0.7	0.73

مثال :

قطب أرضى على شكل شعاع رباعى طوله $L = 10$ m، وأبعاد الشريط المصنع منه الشعاع 5 x400 mm، ومقاومة التربة النوعية $\rho = 100\ \Omega.m$ فما هى مقاومة الأرضى؟

الإجابة :

$$R = \frac{2\rho}{LN\eta}$$

من الجدول (٢-٦) فإن معامل الاستخدام η عندما يكون

$L = 10$ m, $d = 40$mm, $N = 4$ هى 0.69

أى أن :

$$R = \frac{2 \times 100}{10 \times 4 \times 0.69} = 7.2\Omega$$

٢ / ٣ / ٥- الألواح الأرضية

يندر استخدام الألواح المعدنية كأقطاب أرضية لأنها تحتاج لمجهود شاق لدفنها فى الأرض، فهى توضع عمودية فى الأرض على حدها (حرفها) ، وذلك من أجل الوصول لمساحة تلامس جيدة للوح مع التربة، ويمكن حساب مقاومة الأرضى ذات

اللوح المعدنى من المعادلة التقريبية 2.7 .

$$R = \frac{\rho}{4\sqrt{Lw}} \quad (\Omega) \quad \rightarrow \quad 2.7$$

حيث إن :

المقاومة النوعية	Ω.m	p
طول اللوح	m	L
عرض اللوح	m	w

مثال :

قطب أرضى على شكل لوح أبعـاده (1.5 X 600 X 600 mm) مصنوع من النحاس ومدفون فى تربة مقاومتها النوعية 100Ω.m . فما هى مقاومة الأرضى .

الإجابة :

حيث أن :

$$\rho = 100\ \Omega.m$$

$$W=L = 600\ mm$$

$$W=L = 0.6\ m$$

لذلك فإن :

$$R = \frac{\rho}{4\sqrt{Lw}} = \frac{100}{4\sqrt{0.6X0.6}} = 4.16\ \Omega$$

٢ / ٤– الطرق المتبعة لتقليل مقاومة الأرضى

يمكن تقليل مقاومة الأرضى بعدة طرق أهمها :

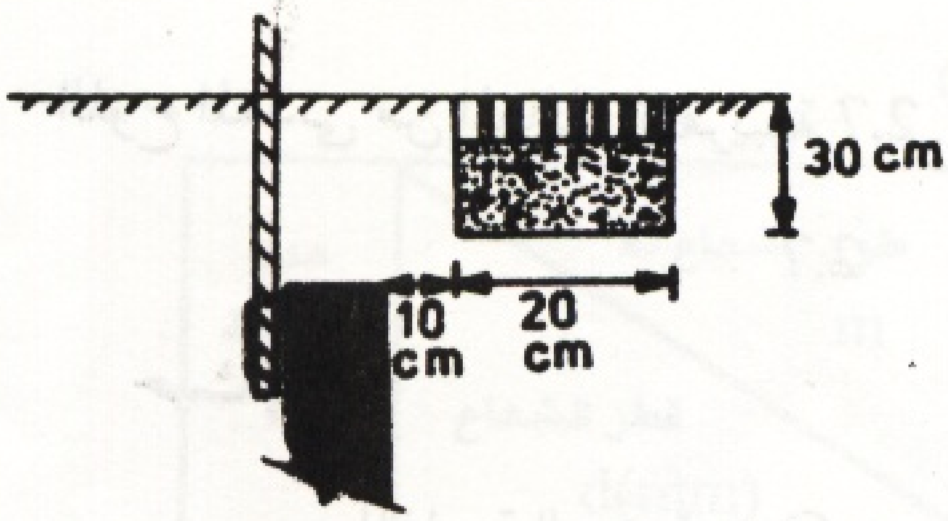
١– زيادة عدد قضبان التأريض.

٢– زيادة طول قضبان التأريض.

٣– معالجة التربة .

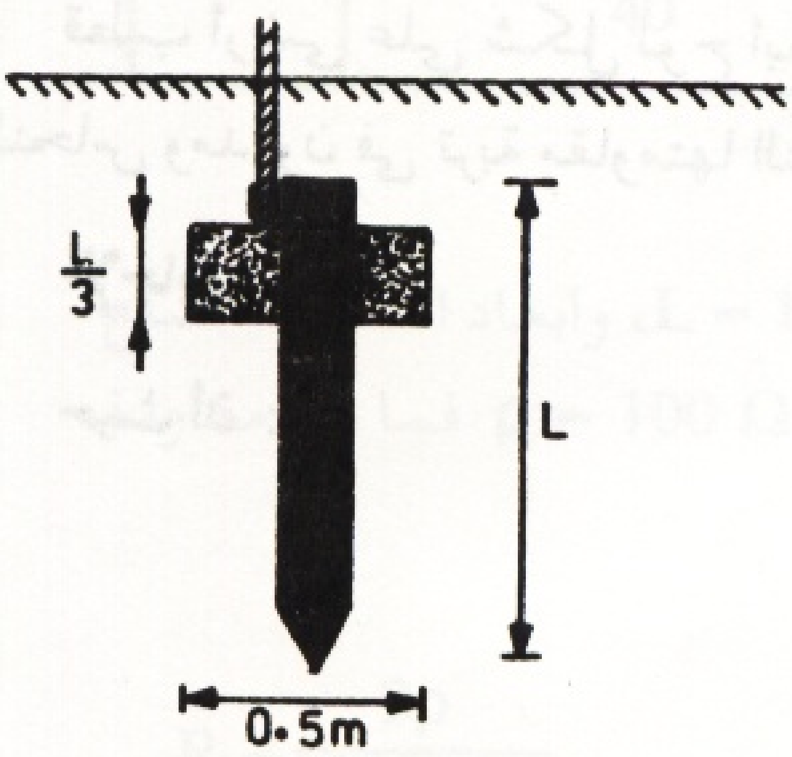
وعادة نلجأ لمعالجة التربة إذا لم تنجح الطريقة الأولى والثانية فى الوصول لمقاومة الأرضى المطلوبة. وأكثر طرق معالجة التربة الطريقة المبينة بالشكل (٢–١٥) .

حيث يحفر حفرة بجوار القطب الأرضى وعلى بعد 10Cm منه تقريباً، وبعمق 30Cm، وبعرض 20Cm، ثم تغمر هذه الحفرة بالماء، ثم يوضع كبريتات الماغنسيوم أو كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) أو الكربون أو الفحم أو إضافة برادة الحديد فى هذه الحفرة، وتغطى هذه الحفرة بشبكة معدنية، ويجب إجراء تفتيش دورى على هذه الحفرة للتأكد من عدم تسرب المادة المعالجة فى التربة، كما يجب إجراء قياس لمقاومة الأرضى من حين لآخر للتأكد من أن مقاومة الأرضى لم تتجاوز القيمة المسموح بها، وسوف نتناول طرق قياس مقاومة الأرض فى الفقرة (١٠ / ٢).



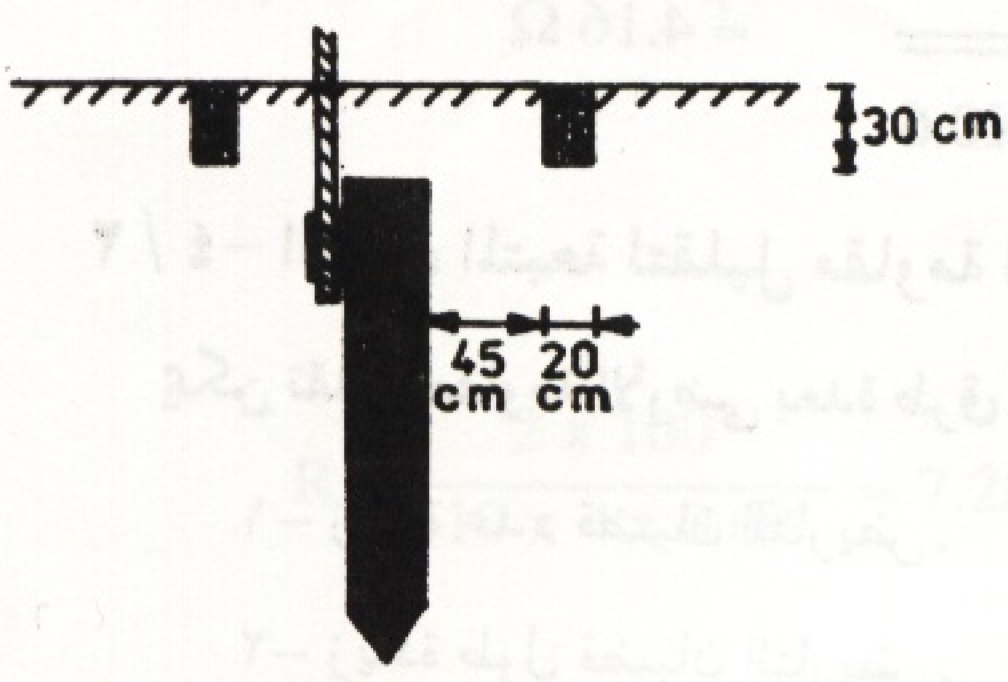
الشكل (٢-١٥)

والشكل (٢-١٦) يبين طريقة أخرى لمعالجة التربة حيث يوضع ملح الطعام حول قضيب الأرضى بالطريقة المبينة بالشكل. ويضاف الملح فى طبقات طولها 1Cm، ويضاف الماء لهذه الطبقات بمعدل (1:1.5 لتر) لكل كيلو جرام من الملح، وعادة نحتاج إلى 30:40kg ملح حول القضيب الواحد.



الشكل (٢-١٦)

والشكل (٢-١٧) يبين طريقة أخرى لمعالجة التربة حيث يوضع ملح الطعام حول خندق دائرى حول القضيب بعمق 30Cm ، وبعرض 20Cm ، وعلى بعد 45Cm من القضيب. ويوضع فيه المادة المعالجة (ملح الطعام) ويضاف الماء بمعدل (1:1.5) لتر ماء لكل كجم من ملح الطعام.



الشكل (٢-١٧)

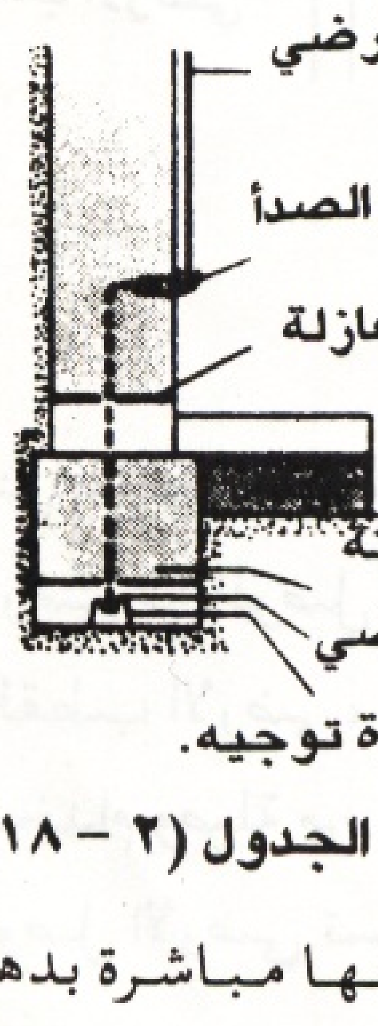
٢ / ٥ – موصلات الأرضى Earthing Condnctors

تقوم هذه الموصلات بتوصيل القطب الأرضى بلوحة الدخول للمنشأة. والجدول (٢ – ٧) يبين الأبعاد الصغرى لموصل الأرضى والذى يصنع من شريط من النحاس أو الصلب أو حبل من النحاس أو الصلب.

(الجدول ٢ - ٧)

موصل الأرضى	بحماية ميكانيكية	بدون حماية ميكانيكية
بحماية ضد الصدأ والتآكل بواسطة غلاف واقٍ.	نفس مساحة مقطع خط الحماية	– شريط أو حبل من النحاس مساحة مقطعه $16mm^2$. – شريط أو حبل من الصلب مساحة مقطعه $16mm^2$.
بدرجة حماية ضد الصدأ والتآكل.	– شريط من النحاس مساحة مقطعه $25\ mm^2$. – شريط من الصلب المجلفن على الساخن مساحة مقطعه $50\ mm^2$.	

والشكل (٢ – ١٨) يبين طريقة تمديد الموصل الأرضى عند استخدام قطب أرضى على شكل شريط من الصلب المجلفن على الساخن والمدفون فى الخرسانة والذى أبعاده 30 x 3.5 mm أو 25 x 4 mm.

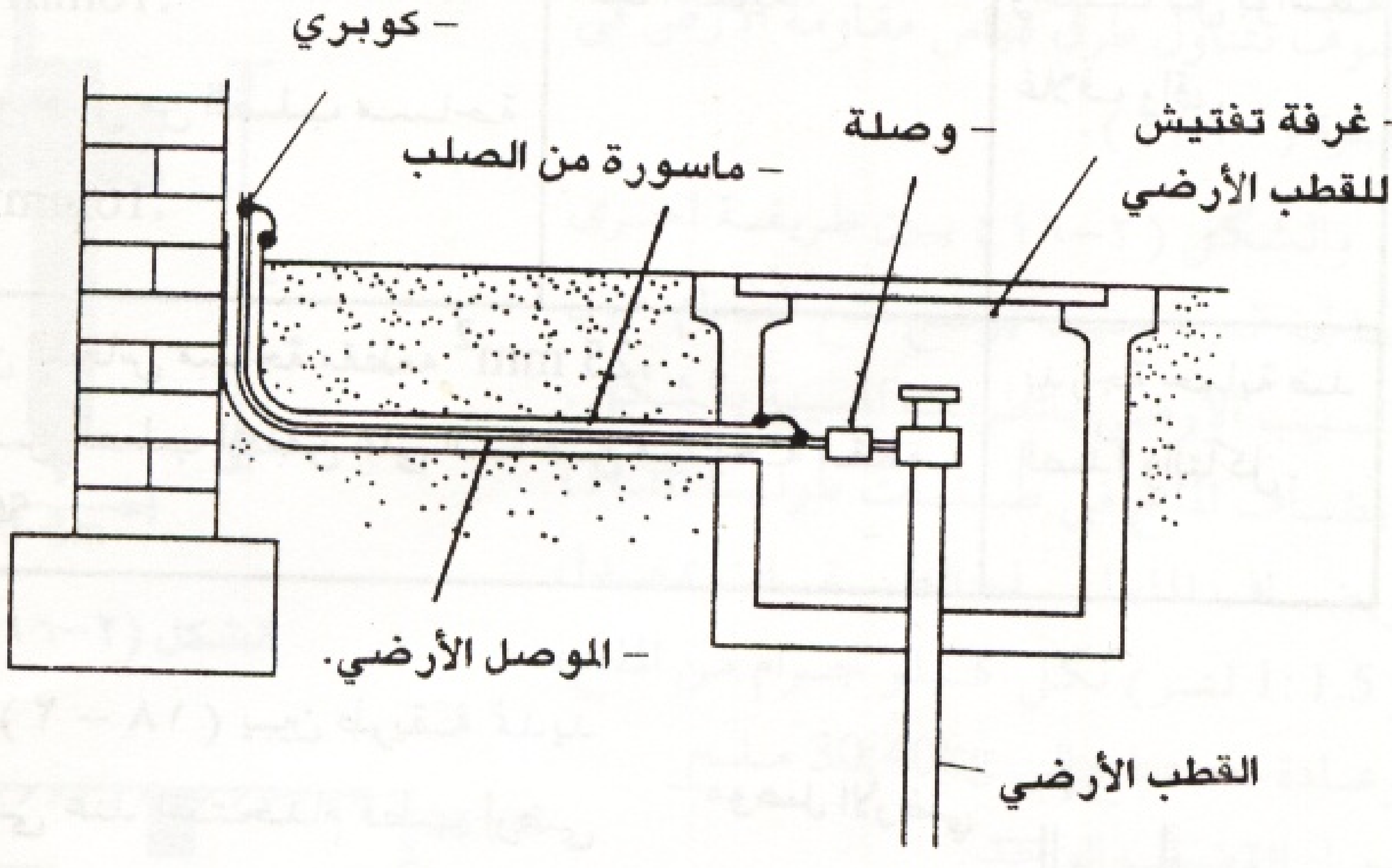


الجدول (٢ – ١٨)

والجدير بالذكر أنه يجب تمديد الموصلات الأرضية فى موقع مرئى، ويجب حمايتها من كافة العوامل الميكانيكية والكيميائية، وذلك عند التمديد فوق الأرض، ويجب دهان الأجزاء الموضوعة فوق الأرض وتحتها مباشرة بدهانات لمنع

الصدأ؛ وذلك لأن هذه الأجزاء هى المعرضة للصدأ. وأحيانًا يتم تغطية هذه الأجزاء بالبلاستيك، وعادة يتم إمرار موصلات الأرضى داخل أنابيب من البلاستيك أو الصلب لحمايتها من الصدأ والتآكل خصوصًا للموصلات التى مساحة مقطعها $16mm^2$ أو أصغر.

والجدير بالذكر أنه عند تمديد موصل أرضى داخل أحد القنوات المعدنية وعند مرور تيار كهربى فى موصل الأرض أثناء حدوث خطأ يتولد قوة دافعة كهربية بالحث فى معدن هذه القنوات المعدنية، فترتفع درجة حرارتها بالحد الذى يؤدى إلى انصهار الموصل الأرضى، لذلك يجب توصيل المجارى المعدنية من كلا جانبيها بالموصل الأرضى بالطريقة المبينة بالشكل (٢ – ١٩).

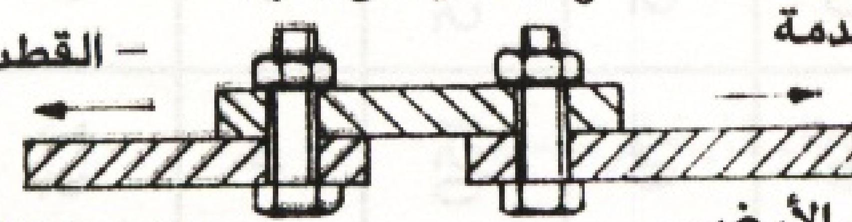


الشكل (٢ – ١٩)

ويستثنى من ذلك المجارى الغير معدنية وبخصوص الوصلة المستخدمة فى توصيل القطب الأرضى مع الموصل الأرضى يجب أن تكون مصنوعة من نفس معدن الموصل الأرضى والقطب الأرضى، فإذا كان الموصل الأرضى والقطب الأرضى من النحاس يجب استخدام وصلة من النحاس، أما إذا كان معدن القطب الأرضى يختلف عن معدن الموصل الأرضى تستخدم وصلة ثنائية وهذه الوصلة تصنع من معدنين

أحدهما يشبه معدن القطب الأرضى، والآخر يشبه معدن الموصل الأرضى، وبالتالى فإن أسرع جزء يحدث له تحلل كهربى هو هذه الوصلة؛ لذلك توضع هذه الوصلات داخل غرفة تفتيش حتى يسهل الوصول إليها وتغييرها إذا لزم الأمر.

وعادة توضع وصلة ثابتة فى مسار الموصل الأرضى يمكن فكها لأغراض قياس مقاومة شبكة التأريض كما هو مبين بالشكل (٢ – ٢٠).



الشكل (٢ – ٢٠)

٢ / ٦ – موصلات الوقاية Protection Conductors (PE)

وهى تكون معزولة بلون أصفر أخضر، أو تكون موصلات من النحاس العارى. والجدول (٢ – ٨) يبين مساحة مقطع موصلات الوقاية بدلالة مساحة مقطع الأوجه، فإذا كان موصل الوقاية يستخدم لعدة دوائر تستخدم أكبر مساحة مقطع خاصة بأوجه هذه الدوائر.

الجدول (٢ - ٨)

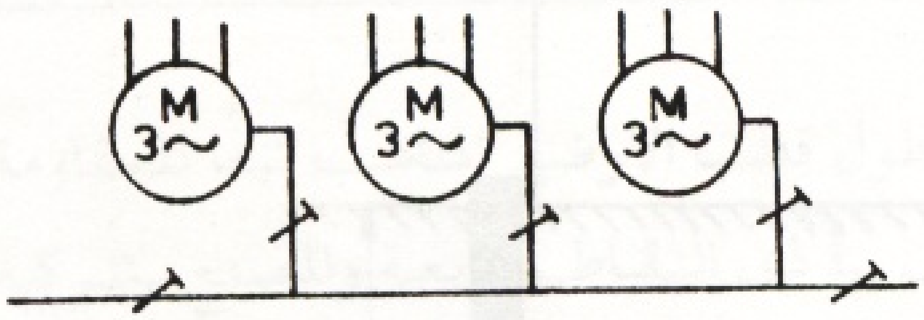
مساحة مقطع الأوجه mm^2	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزول mm^2	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	16
مساحة مقطع موصل الوقاية العارى والمحمى mm^2				1.5	1.5	2.5	4	6	10	16
مساحة مقطع موصل الوقاية العارى غير المحمى mm^2				4	4	4	4	6	10	16
مساحة مقطع الأوجه mm^2	35	50	70	90	120	150	185	240	300	400
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزول mm^2	16	25	35	50	70	70	95	120	150	185
مساحة مقطع موصل الوقاية العارى والمحمى mm^2	16	25	35	50	50	50	50	50	50	50
مساحة مقطع موصل الوقاية العارى وغير المحمى mm^2	16	25	35	50	50	50	50	50	50	50

وهناك عدة ملاحظات يجب مراعاتها مع موصلات الوقاية وهى كما يلى :

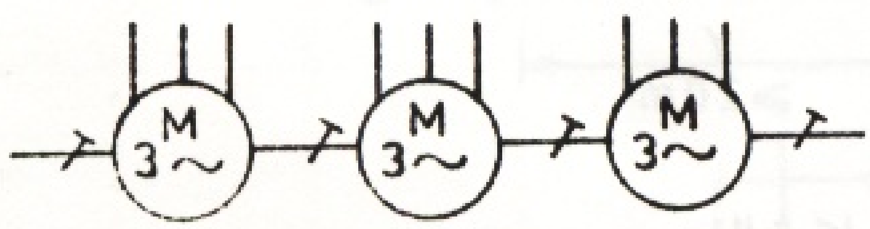
١ – يجب أن يمدد موصل الوقاية بكامل طوله بنفس عناية تمديد موصلات الأوجه المختلفة، ويمدد مع الأوجه المختلفة داخل ما سورة واحدة أو مجرى واحد، ويكون لون عزله أصفر أخضر.

٢ – لا يجوزتأمين موصل الوقاية بمصهر حماية، ولا يجوز أن يكون قابل للفصل عن الدائرة.

٣ – يتم توصيل موصل الوقاية الرئيسى مع موصلات الوقاية الفرعية بعناية فائقة سواء باللحام أو بواسطة الرباط بوصلة مقلوظة آمنة.



٤ – يحظر توصيل موصل الوقاية مع القطب الأرضى بطريقة مباشرة دون التوصيل بالموصل الأرضى.



الجدول (٢ – ٢١)

٥ – يجب أن يكون لكل جهاز موصل وقاية خاص به متفرع من موصل الوقاية الرئيسى، ويمنع توصيل الهياكل المعدنية المطلوب تأريضها بالتسلسل بواسطة موصل الوقاية.

والشكل (٢ – ٢١) يبين طريقة التوصيل الصحيحة للأجهزة مع موصل الوقاية الرئيسى (الشكل أ) وطريقة التوصيل الخاطئة للأجهزة مع موصل الوقاية الرئيسى (الشكل ب).

٦ – يتم ربط موصلات الوقاية الفرعية مع التجهيزات المطلوب تأريضها بواسطة البراغى المعدة لذلك لتسهيل الفك عند اللزوم.

٢ / ٧ – قياس المقاومة النوعية للتربة

يمكن قياس المقاومة النوعية للتربة باستخدام جهاز قياس مقاومة العزل بالطريقة المبينة بالشكل (٢ – ٢٢).

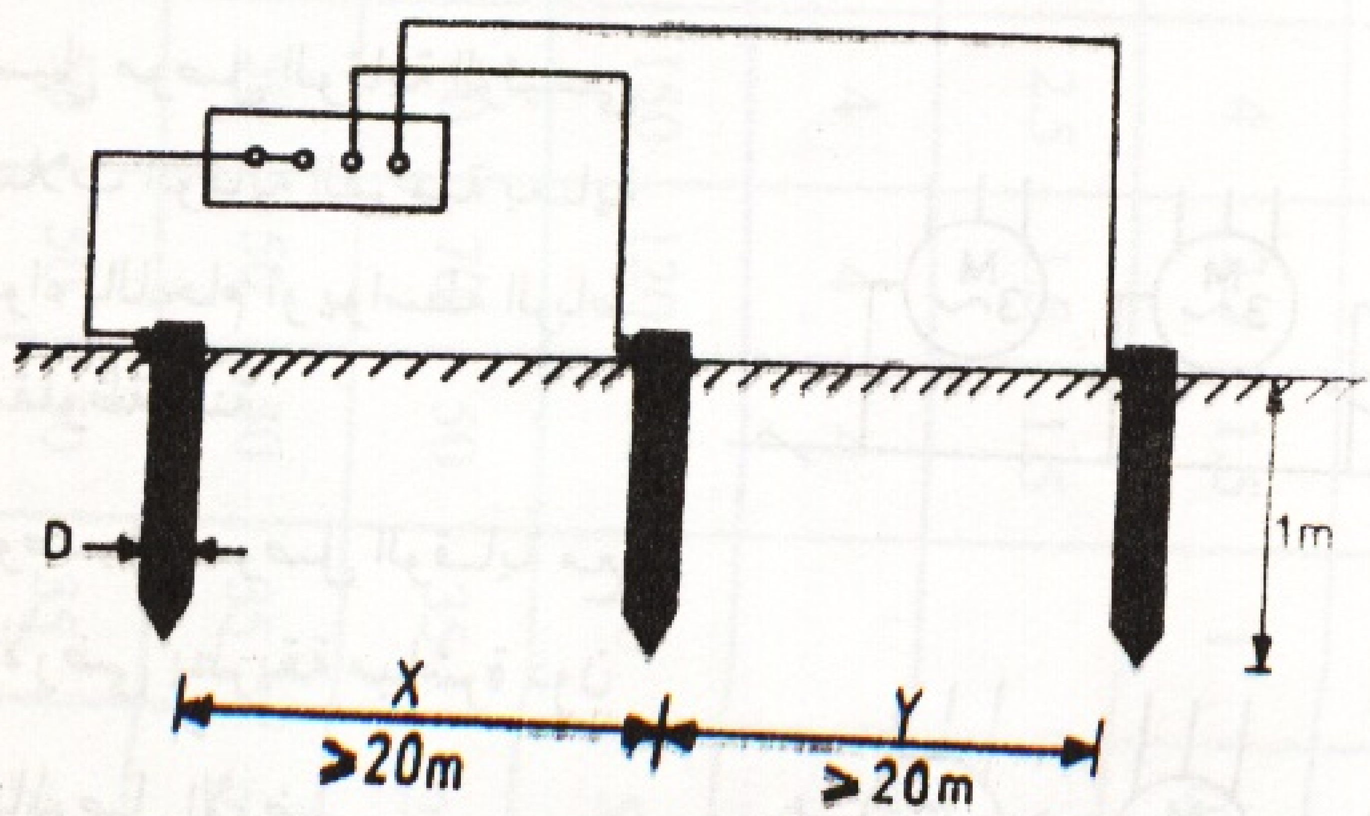
حيث إن :

المسافة بين القطب الرئيسى والمجس (m) X

المسافة بين القطب الإضافى والمجس (m) y

طول قضيب الأرضى (m) L

قطر القطب الرئيسى بالبوصة (m) D



الشكل (٢ – ٢٢)

حيث إن قيم الأبعاد الموضحة في الشكل السابق مبينة بالجدول (٢ – ٩).

الجدول (٢ – ٩)

L (m)	X (m)	y (m)
≤ 4	20	20
≥ 4	15	40

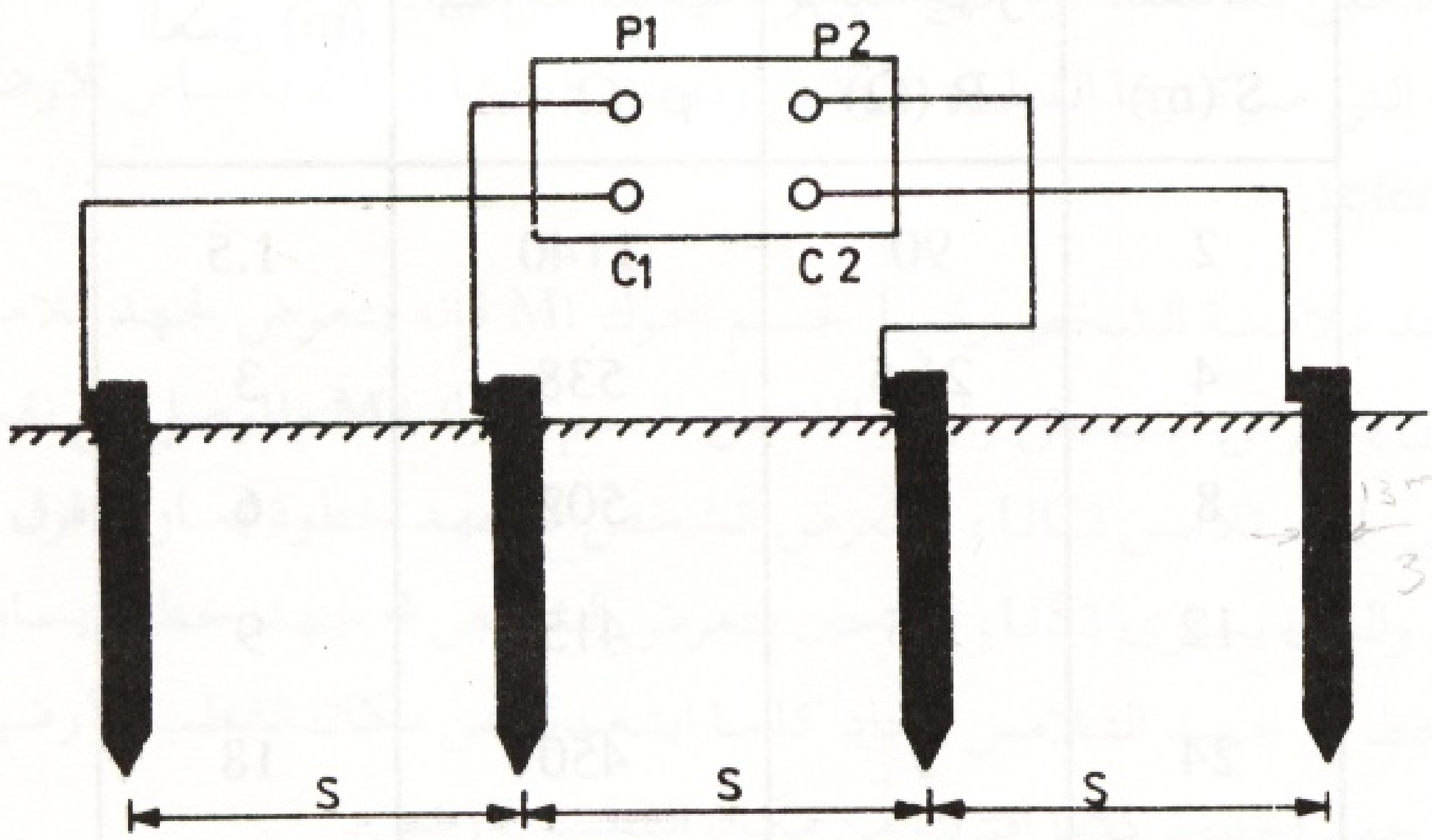
ونحصل على المقاومة النوعية للتربة ρ (Ω. m) بضرب قيمة قراءة الجهاز والتى تمثل مقاومة الأرضى بالمعامل K، والذى يعتمد على الأبعاد الهندسية للقطب الأرضى.

والجدول (٢– ١٠) يبين قيمة المعامل K حسب أبعاد القطب الرئيسى.

الجدول (٢ - ١٠)

L (متر) \ D (بوصة)	1/2	3/4	1	$1\frac{1}{4}$	1 1/2	2
1	1.2	1.25	1.31	1.33	1.42	1.5
1.5	1.67	1.74	1.82	1.9	1.95	2.05
2	2.19	2.2	2.29	2.4	2.4	2.57

والشكل (٢-٢٣) يبين طريقة تحديد طول قطب الأرضى المناسب تبعاً للمقاومة النوعية للتربة باستخدام جهاز قياس العزل I_R ذى النقاط الأربعة والمصنع بشركة Megger Instrument Ltd, Dover.



الشكل (٢ - ٢٣)

حيث تغرس الأعمدة الأربعة المستخدمة فى خط مستقيم. والنقطة المطلوب تعيين المقاومة النوعية لها هى نقطة المنتصف لهذه القضبان، ويستخدم فى ذلك أربعة قضبان، طول القضيب 3m، وقطره 13 mm، مصنوعة من الصلب المجلفن. والمعادلة 2.8 تعطى قيمة المقاومة النوعية للتربة فى هذه الحالة.

$$\rho = 2\pi RS\ (\Omega.m) \rightarrow 2.8$$

حيث إن :

المقاومة النوعية المتوسطة (Ω. m)   ρ

قراءة الجهاز (Ω)   R

المسافة بين أى قضبين (m)   S

والجدير بالذكر أن المقاومة النوعية للتربة والمحسوبة من المعادلة السابقة تكون على عمق (3/4) المسافة S.

والجدول (٢ - ١١) يبين بعض نتائج القياسات التى تم إجرائها لقياس المقاومة النوعية لتربة على أعماق مختلفة وذلك بتغيير المسافة بين الأعمدة.

الجدول (٢ - ١١)

العمق (m)	المقاومة النوعية ρ (Ω. m)	قراءة الجهاز R (Ω)	المسافة S (m)
1.5	1140	90	2
3	538	21.5	4
6	502	10	8
9	415	5.5	12
18	450	3	24
30	502	2	40

والجدير بالذكر أن قيم المقاومة النوعية ρ تحسب من المعادلة 2.8، أما العمق الذى يحسب له المقاومة النوعية فيساوى (3/4S).

ويلاحظ من الجدول السابق أن المقاومة النوعية للتربة على عمق 3 m تساوى

538Ω.m، فى حين أن المقاومة النوعية للتربة على عمق 9 m تساوى 502Ω.m لذلك ينصح باختيار عمود طوله 3 m وذلك لعدم وجود فرق كبير فى المقاومة النوعية مع زيادة الطول ثلاث مرات.

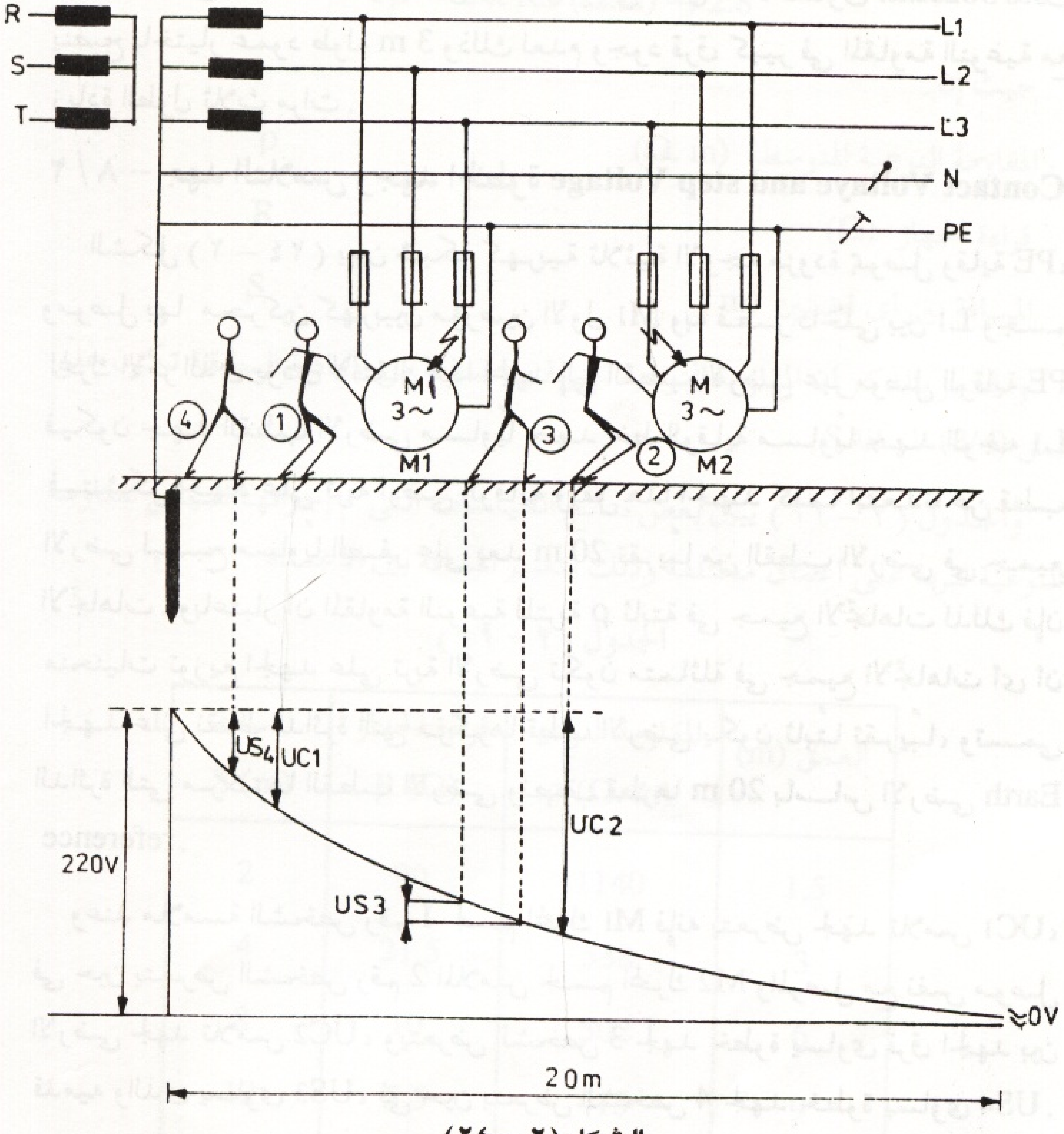
٢ / ٨ - جهد التلامس وجهد الخطوة Contact Voltaye and step Voltage

الشكل (٢ - ٢٤) يبين شبكة كهربية ثلاثية الأوجه مزودة بموصل وقاية PE، وموصل بها محركين كهربيين مؤرضين الأول M1 وبه قصر داخلى بين L1 وجسم المحرك الأمر الذى يؤدى لانتقال هذا الجهد إلى القطب الأرضى عبر موصل الوقاية PE فيكون جهد القطب الأرضى مساويًا جهد خط الوقاية مساويًا جهد الوجه L1 فيتشكل جهد على تربة أرضى الوقاية ويقل هذا الجهد كلما ابتعدنا عن قطب الأرضى ليصبح مساويًا الصفر على بعد 20 m تقريبًا من القطب الأرضى فى جميع الاتجاهات. وباعتبار أن المقاومة النوعية للتربة ρ ثابتة فى جميع الاتجاهات لذلك فإن منحنيات توزيع الجهد على تربة الأرضى تكون متماثلة فى جميع الاتجاهات أى أن الجهد على نقاط الدائرة التى مركزها قطب الأرضى يكون ثابتًا تقريبًا، وتسمى الدائرة التى مركزها القطب الأرضى ونصف قطرها 20 m بأساس الأرضى Earth reference.

وعند ملامسة الشخص رقم 1 لجسم المحرك M1 فإنه يتعرض لجهد تلامس UC1، فى حين يتعرض الشخص رقم 2 الملامس لجسم المحرك M2 والموصل مع نفس موصل الأرضى لجهد تلامس UC2، ويتعرض الشخص 3 لجهد خطوة يساوى فرق الجهد بين قدميه والذى يساوى US3، فى حين يتعرض الشخص 4 لجهد خطوة يساوى US4. ويلاحظ أن جهد التلامس يزداد كلما ابتعدنا عن مكان القطب الأرضى فى حين يزداد جهد الخطوة كلما اقتربنا من مكان القطب الأرضى.

والجدير بالذكر أن جهد الخطوة لا يمثل خطورة على الإنسان فى شبكات الجهد المنخفض لصغر خطوة الإنسان.

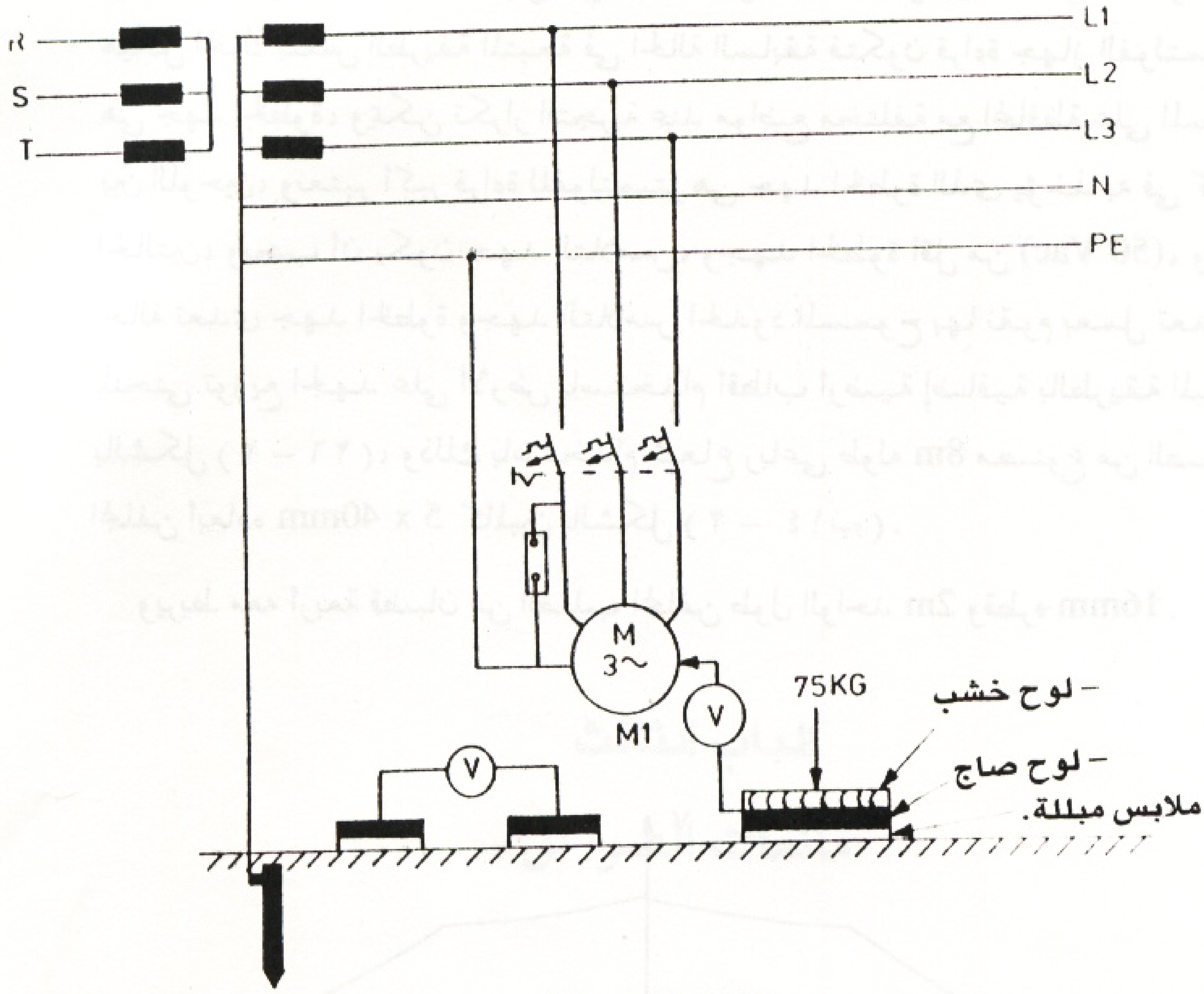
فى حين يمثل خطورة على الحيوانات الكبيرة مثل: الخيول والأبقار بسبب خطوتها الكبيرة بين قدميها الأماميتين والخلفيتين، وقد يؤدى هذا الجهد لارتفاع ضغط دمها وتصلب شرايينها وقد يؤدى إلى الوفاة.



الشكل (٢ – ٢٤)

والشكل (٢ – ٢٥) يوضح طريقة قياس جهد التلامس وجهد الخطوة عند حدوث قصر فى محرك كهربى.

ولقياس جهد التلامس نستخدم لوح من الحديد المسطح أبعاده 35 x 35 Cm وتوضع على بعد (1: 1.25m) من المحرك باعتبار أن مجال يد الإنسان 1.25m وينصح بوضع ملابس مبللة أسفل لوح الحديد، ثم يوضع لوح خشبى فوق لوح الصاج.



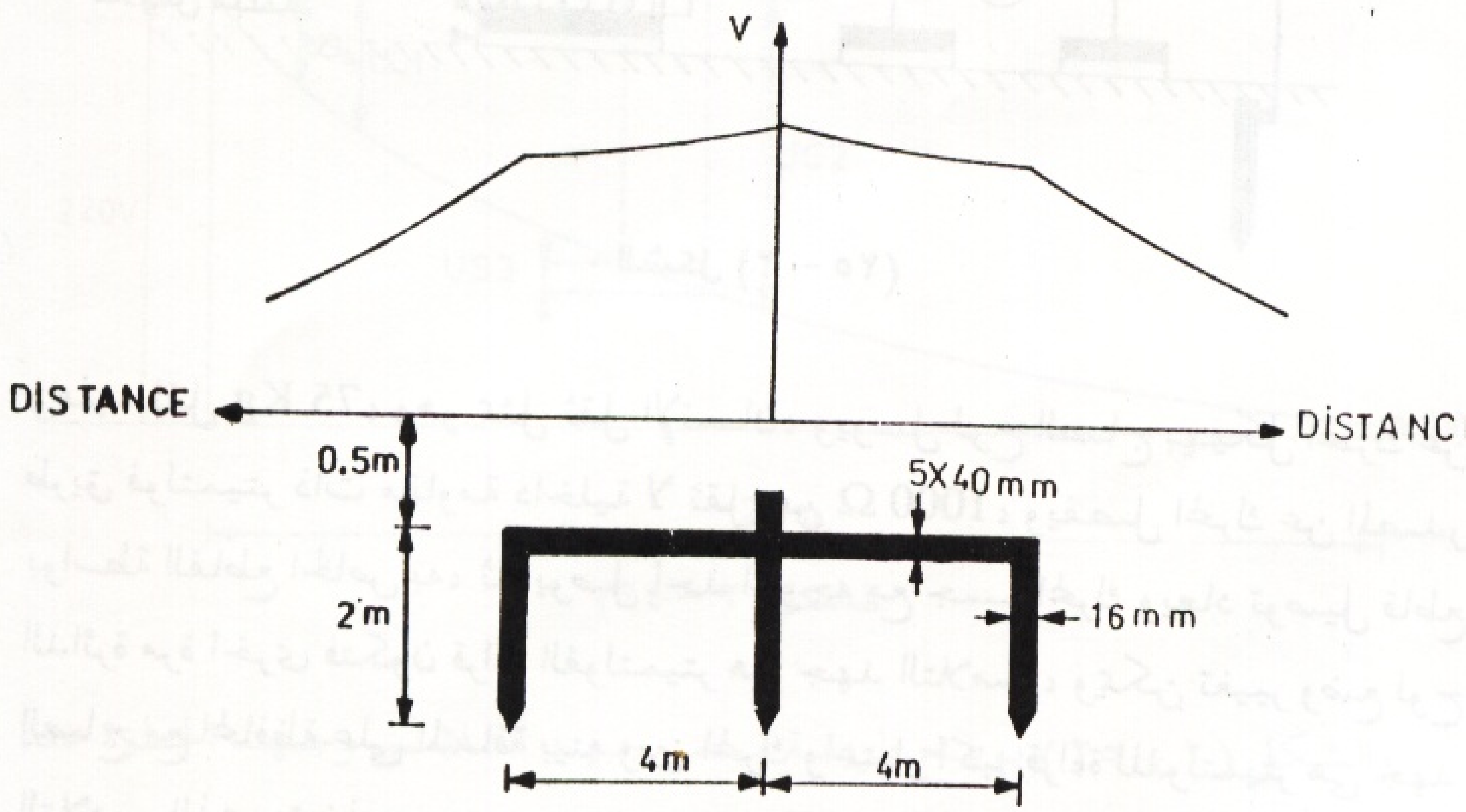
الشكل (٢ – ٢٥)

وعليه ثقل 75 Kg، وهو يمثل ثقل الإنسان، ويوصل لوح الصاج بهيكل المحرك عن طريق فولتميتر ذات مقاومة داخلية لا تقل عن 1000 Ω، ويفصل المحرك عن المصدر بواسطة القاطع الخاص به، ثم يوصل أحد الأوجه مع جسم المحرك ويعاد توصيل قاطع الدائرة مرة أخرى فتكون قراءة الفولتميتر هى جهد التلامس، ويمكن تغيير وضع لوح الصاج مع المحافظة على المسافة بينه وبين المحرك واعتبار أكبر قراءة للفولتميتر هى جهد التلامس الذى يؤخذ به.

ولقياس جهد الخطوة نستخدم لوحين من الصاج أبعادهم 35 x 35 Cm، ونقترب من مكان القطب الأرضى قدر الأماكن للحصول على أعلى جهد خطوة، ثم نضع لوحى الصاج على الأرض، بحيث تكون المسافة بينهما تساوى 1m ووضع ملابس مبللة أسفلها ويوضع على كلٍّ منهما ثقل 40kg، ويوصل بين اللوحين بجهاز

فولتميتر مقاومته الداخلية لا تقل عن 1000Ω ونحدث قصر بين أحد أوجه المحرك مع هيكل المحرك بنفس الطريقة المتبعة فى الحالة السابقة فتكون قراءة جهاز الفولتميتر هى جهد الخطوة، ويمكن تكرار التجربة عند مواضع مختلفة مع المحافظة على المسافة بين اللوحين، ونعتبر أكبر قراءة للفولتميتر هى جهد الخطوة الذى يؤخذ به فى كلتا الحالتين، ويجب أن يكون جهد التلامس، وجهد الخطوة أقل من (50 Vac)، وفى حالة تعدى جهد الخطوة وجهد التلامس الحدود المسموح بها نقوم بعمل تعديل لمنحنى توزيع الجهد على الأرض باستخدام أقطاب أرضية إضافية بالطريقة المبينة بالشكل (٢ - ٢٦)، وذلك باستخدام شعاع رباعى طوله 8m مصنوع من الصلب المجلفن أبعاده 5 x 40mm كالمبين بالشكل (٢ - ١٤ب).

ويربط معه أربعة قضبان من الصلب المجلفن طول الواحد 2m وقطره 16mm.



الشكل (٢ - ٢٦)

الباب الثالث

مانعات الصواعق

مانعات الصواعق

٣ / ١ - تاريخ مانعات الصواعق

يعتبر بنيامين فرانكلين Benjamin FrankLinn هو الأب الروحى لنظرية مانعات الصواعق الحديثة. ولقد ظهر فى أمريكا فى الفترة 1790 :1707 واخترع فرانكلين مانعة الصواعق Ligtning rode وذلك بوضع أعمدة معدنية فوق المبانى وتوصيلها بالأرضى. وقال فرانكلين عام 1755: إن وجود مانعة صواعق على أسطح المنازل والمنشآت يؤدى لتفريغ الشحنات الكهربية الساقطة من السحب الرعدية، كما استنتج أن وجود مانعة الصواعق فوق المنشأة كفيل بتوجيه البرق إليها.

ومنذ ذلك الحين فإن أسلوب فرانكلين فى عمل مانعة الصواعق معمول به إلى وقتنا الحاضر.

٣ / ٢ - خواص الصواعق البرقية

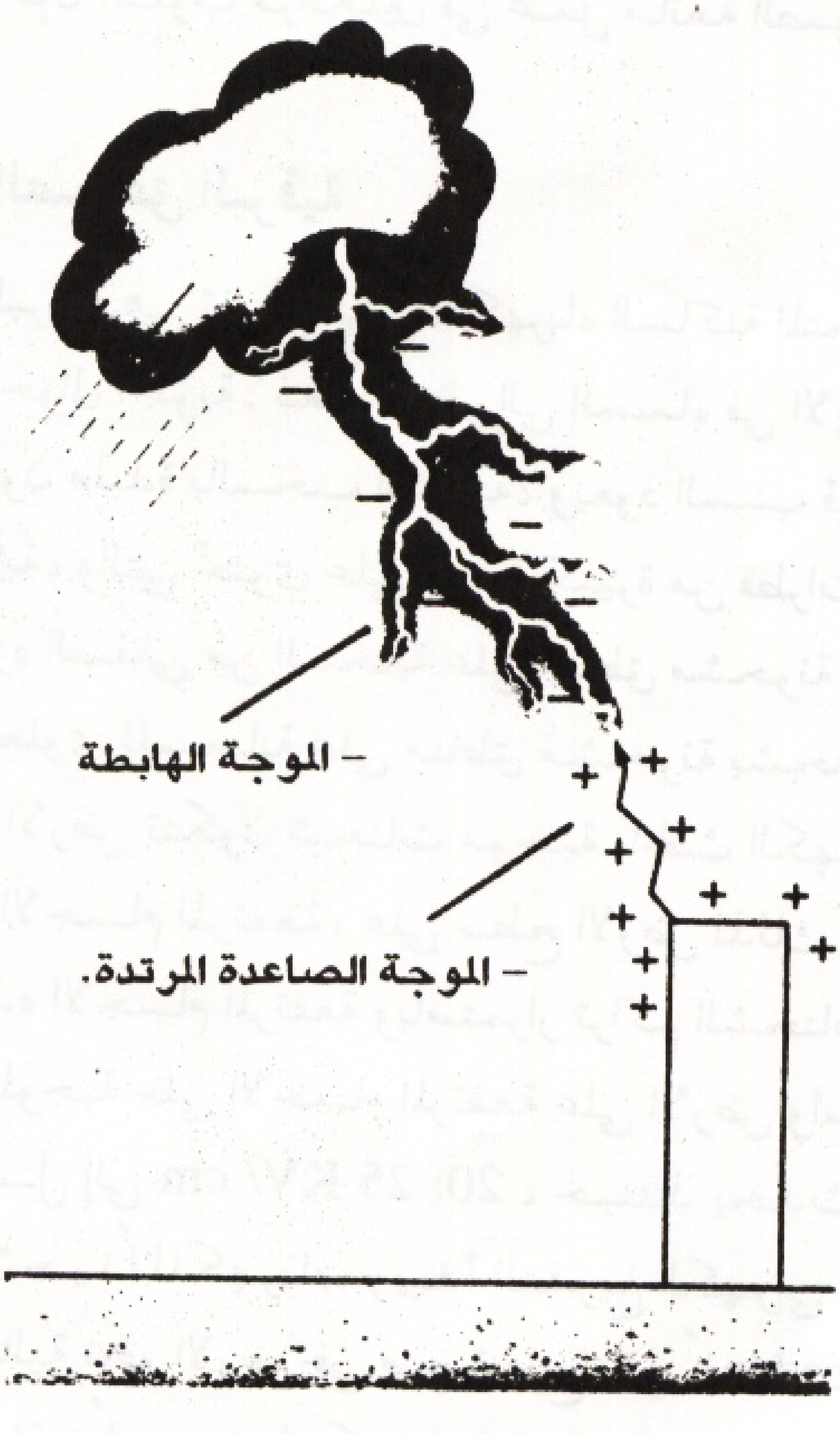
تعتبر الصواعق البرقية هى تفريغ مرئى للكهرباء الساكنة المتجمعة على السحب والمتكونة نتيجة للأحوال الجوية. فعند النظر إلى السماء فى الأيام التى يكون فيها برق، فإن السماء تكون ملبدة بالسحب الداكنة، ويعود السبب فى ذلك إلى أننا نرى الجزء السفلى للسحابة، والتى تحتوى على كمية كبيرة من قطرات الماء، والتى لا تمرر الضوء، ويحتوى الجزء السفلى من السحابة على مناطق مشحونة بشحنات سالبة فى حين يحتوى الجزء العلوى للسحابة على مناطق مشحونة بشحنات موجبة، وعند اقتراب السحابة من الأرض تتكون شحنات موجبة بالحث الكهروستاتيكى أسفل السحابة وذلك على الأجسام المرتفعة، على سطح الأرض لذلك يتشكل فرق جهد بين قاع السحابة، وهذه الأجسام المرتفعة وباستمرار تراكم الشحنات السالبة على قاع السحابة والشحنات الموجبة على الأجسام المرتفعة على الأرض وأسفل السحابة يزداد هذا الجهد إلى أن يصل إلى 20: 25 KV/ cm ، حينئذ يحدث تأين للهواء أى: يصبح الهواء موصلا جيداً للكهرباء، ويبدأ التفريغ الكهربى بأن تبدأ السحابة بإرسال الشحنات السالبة نحو الأرض فى صورة درج تقريباً Stepped Leader طول السلمة الواحدة 45 m تقريباً، وعندما يكون بداية هذا الدرج على مسافة 50:100 m

من نقطة التفريغ الموجودة فى الأرض (المكان المرتفع المتجمع فيه الشحنات الموجبة) تبدأ الشحنات الموجبة بالانفصال من الأرض والتوجه لأعلى إلى الشحنات السالبة، وتسمى هذه الظاهرة بالصاعقة المرتدة.

ويظهر وميض شجيرى ويرى بالعين المجردة ويصل شدة التيار الكهربى المار فى الصاعقة المرتدة إلى حوالى (20: 200 KA).

أما درجة الحرارة فتصل إلى $30000K^{\circ}$، ويحدث تمدد للهواء فى مسار الصاعقة المرتدة فينتج عن ذلك خلخلة للهواء المحيط محدثًا الرعد، علمًا بأن هذا التحليل يسمى بنظرية سمسونج وهناك نظريات أخرى عديدة.

والجدير بالذكر أنه لا يشترط أن تتوجه الصواعق البرقية من السحب للأرض، فقد تحدث بين سحابة وأخرى أو تحدث فى نفس السحابة. والشكل (٣ – ١) يبين الموجه الهابطة والموجه الصاعدة المرتدة.



الشكل (٣ – ١)

٣ / ٣ - دراسة ضرورة مانعة الصواعق للمنشأة

إن تجهيز مانعة صواعق لمنشأة يحتاج لأموال باهظة الأمر الذى يحتاج تحديدا دقيقًا لمدى ضرورة مانعة الصواعق للمنشأة وذلك بمقارنة مدى الأضرار الناجمة من الصواعق وتكاليف إنشاء مانعة الصواعق، ولكن هناك بعض المنشآت التى تحتاج لمانعة صواعق بدون أى دراسة مثل :

١ - أماكن تخزين المواد المتفجرة المشتعلة .

٢ - المداخن العالية .

٣ - المبانى الأثرية .

٤ - أماكن تجمع الأشخاص مثل أماكن العبادة .

وتوجد طريقة معمول بها فى إنجلترا لدراسة ضرورة مانعة الصواعق للمنشأة تسمى بطريقة دليل المخاطرة Risk Index Method .

وهى تعتمد على مجموعة من العوامل وهذه العوامل كما يلى :

١ - معامل استخدام المنشأة	(A)	Use of structure
٢ - معامل نوعية بناء المنشأة	(B)	Type of Structure
٣ - معامل محتويات المنشأة	(C)	Contents
٤ - معامل درجة العزل	(D)	Isolation Factor
٥ - معامل طبيعة المكان	(E)	Type of Country
٦ - عدد مرات الصواعق المتوقع فى العام	(P)	No. of Strokes/ year

والجدول (٣ - ١) يستخدم لتعيين معامل استخدام المنشأة (A)

الجدول (٣ - ١)

معامل الاستخدام (A)	استخدام المنشأة
0.3	- المبانى السكنية والمنشآت الأخرى المشابهة لها فى الأبعاد.
0.7	- المبانى السكنية والمنشآت الأخرى المشابهة لها فى الأبعاد وذات الهوائيات الخارجية.
1.0	- المصانع والمختبرات والورش.
1.2	- المنشآت المكتبية والفندقية والسكنية الكبيرة.
1.3	- أماكن التجمعات مثل أماكن العبادة والمسارح والمجمعات التجارية والمنشآت الرياضية والمطارات ومحطات الأتوبيسات ومحطات السكك الحديدية.
1.7	- المدارس والمستشفيات ورياض الأطفال.

والجدول (٣ - ٢) يعطى معامل نوعية بناء المنشأة (B)

الجدول (٣ - ٢)

معامل نوع المنشأة (B)	نوعية بناء المنشأة
0.2	- هيكل من الصلب ذو سقف غير معدنى.
0.4	- خرسانة مسلحة وسقف غير معدنى.
0.8	- هيكل من الصلب أو من الخرسانة المسلحة بسقف معدنى.
1.0	- طوب أو خرسانة عادية لها سقف غير معدنى وغير قشى
1.4	- هيكل خشبى وسقف غير معدنى وغير قشى
1.7	- طوب أو خرسانه عادية أو هيكل خشبى بسقف معدنى
2.0	- أى مبنى بسقف من القش.

والجدول (٣ - ٣) يعطى معامل محتويات المنشأة (C)

الجدول (٣ - ٣)

معامل محتويات المنشأة C	محتويات المنشأة
0.3	- منشآت سكنية أو مكتبية أو مصانع وورش لا تحتوى على محتويات ثمينة ولا سريعة الاشتعال ولا تتأثر بالحريق.
0.8	- منشآت صناعية أو زراعية تحتوى على مواد سريعة الاشتعال والتأثر بالحريق.
1.0	- محطات كهرباء ومحطات غازية ومحطات تليفزيونية ومحطات إذاعة.
1.3	- مصانع هامة - مبانى أثرية - معارض فنية - منشآت تحتوى على محتويات ثمينة.
1.7	- مدارس مستشفيات ورياض أطفال.

والجدول (٣ - ٤) يعطى معامل درجة العزل للمنشأة (D)

الجدول (٣ - ٤)

معامل درجة العزل (D)	درجة عزل المنشأة
0.4	- منشأة موجودة داخل مدينة صغيرة أو داخل مكان به أشجار ارتفاعها يساوى أو أكبر من ارتفاع المنشأة.
1.0	- منشأة موجودة داخل قرية أو داخل مكان به أشجار ارتفاعها يساوى ارتفاع المنشأة.
2.0	- منشأة موجودة فى مكان منعزل أو يزيد ارتفاعه عن ارتفاع المنشآت أو الأشجار المحيطة به.

والجدول ٣ – ٥ يبين معامل طبيعة المكان.

الجدول (٣ – ٥)

طبيعة المكان	معامل طبيعة المكان (E)
– موقع مسطح على أى ارتفاع من سطح البحر.	0.3
– ربوة أو تل.	1.0
– منطقة جبلية ارتفاعها يتراوح ما بين 300 : 900 m	1.3
– منطقة جبلية ارتفاعها يتراوح من 900 m	1.7

ويمكن حساب عدد مرات الصواعق المتوقع فى العام P بمعرفة كثافة الوميض الأرضى وأبعاد المبنى وذلك باستخدام المعادلة 3.1

$$P = A\,N * 10^{-6} \quad \text{Stroke/ year} \rightarrow 3.1$$

حيث إن:

المسافة المجمعة للمبنى A

عدد مرات الوميض لكل Km^2 لكل سنة N

وتعتمد المساحة المجمعة على أبعاد المبنى فإذا كان طول المبنى L وعرضه W وارتفاعه H فإنه يمكن تعيين المساحة المجمعة من المعادلة 3.2

$$A = LW + 2\,LH + 2\,WH + \pi H^2 \rightarrow 3.2$$

ويمكن تعيين عدد مرات الوميض لكل Km^2 لكل سنة لأى مبنى بدلالة عدد الأيام الرعدية فى السنة من الجدول (٣ – ٦).

الجدول (٣ - ٦)

100	80	60	50	40	30	20	10	5	عدد الأيام الرعدية فى السنة
9.2	6.9	4.7	3.7	2.8	1.9	1.1	0.5	0.2	N

والجدول (٣ – ٧) يبين قيم تقريبية لعدد الأيام الرعدية للدول المختلفة فى الوطن العربى .

الجدول (٣ - ٧)

جنوب السودان	الخليج العربى	لبنان	الأردن	العراق	سوريا	مصر	شمال السودان	الدولة
تصل إلى 140	5 : 10	10: 20	10	10	10: 20	10	10	عدد الأيام الرعدية فى السنة

ومن هذه المعاملات يمكن تعيين معامل المخاطرة الكلي من المعادلة 3.3

$F_R = P\,A\,B\,C\,D\,E \rightarrow 3.3$

فإذا كان قيمة $F_R > 10^{-5}$ فإن هذا يعنى أن المبنى يحتاج لمانعة صواعق .

وإذا كانت قيمة $10^{-5} > F_R > 0.66 \times 10^{-5}$ فلا نحتاج لمانعة صواعق .

مثال :

مبنى سكنى بالقاهرة أبعاده كما يلى :

L = 40 m, W = 30 m, H = 50 m

فهل يحتاج هذا المبنى لمانعة صواعق أم لا؟

الإجابة :

من الجدول (٣ – ٧) فإن عدد الأيام الرعدية في السنة في مصر هى 10

ومن الجدول (٣ – ٦) فإن عدد مرات الوميض لكل Cm^2 لكل سنة هو N = 0.5

ويمكن حساب المساحة المجمعة لهذا المبنى من المعادلة 3.2

$$A = 40 \times 30 + 2 \times 40 \times 50 + 2 \times 30 \times 50 + \pi \times 50 = 16057\ m^2$$

وبالتالى فإن عدد مرات الصواعق المحتمل فى السنة يساوى

$$P = A\,N \times 10^{-6}$$

$$= 0.008$$

ومن الجداول (٣ – ١)، (٣ – ٢)، (٣ – ٣)، (٣ – ٤)، (٣ – ٥) يمكن تعيين المعاملات A, B, C, D, E وينتج أن : –

$$A = 1.2, B = 0.4, C = 0.3, D = 0.4, E = 0.3$$

وبالتالى فإن معامل المخاطرات الكلى يساوى

$$F_R = P\,A\,B\,C\,D\,E$$

$$= 0.008 \times 1.2 \times 0.4 \times 0.3 \times 0.4 \times 0.3$$

$$= 13.8 \times 10^{-5}$$

وحيث إن :

$F_R > 10^{-5}$ لذلك نحتاج لمانعة صواعق لهذا المبنى .

٣ / ٤ – مكونات نظام الحماية من الصواعق

يتكون نظام الحماية من الصواعق من :

١ – مانعة الصواعق Air termination وهى تعمل على تجميع شحنات الصاعقة .

٢ – الموصل الهابط Down Conductor وهو موصل أو مجموعة من الموصلات الموصلة على التوالى تعمل على توفير مسار آمن من مانعة الصواعق إلى الأرضى .

٣ – الأرضى Earth termination وهو أرضى يعمل على تصريف شحنة الصاعقة للأرض .

٤ – الوصلات والقوامط Joints and Clamps وتقوم بتوصيل وربط العناصر الثلاثة السابقة معًا، وهى تمنع حدوث الشرر الجانبى Side flashing .

٣ / ٤ / ١ – مانعات الصواعق

يوجد أشكال مختلفة لمستقبلات الصاعقة مثل :

١ – قضيب رأسى أو موصل أفقى .

٢ – قضيبان رأسيان .

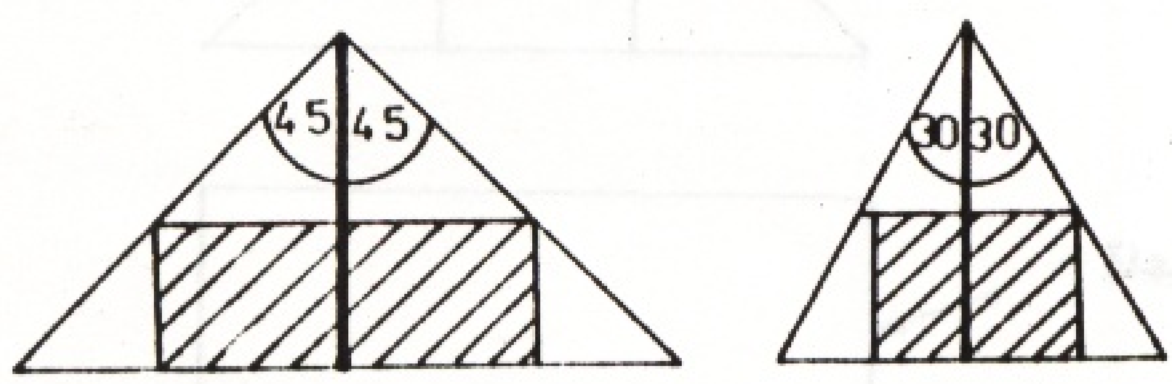
٣ – أكثر من موصل أفقى .

٤ – موصل أفقى يوضع على المحيط الخارجى لسطح المنشأة .

٥ – شبكة معدنية بفتحات .

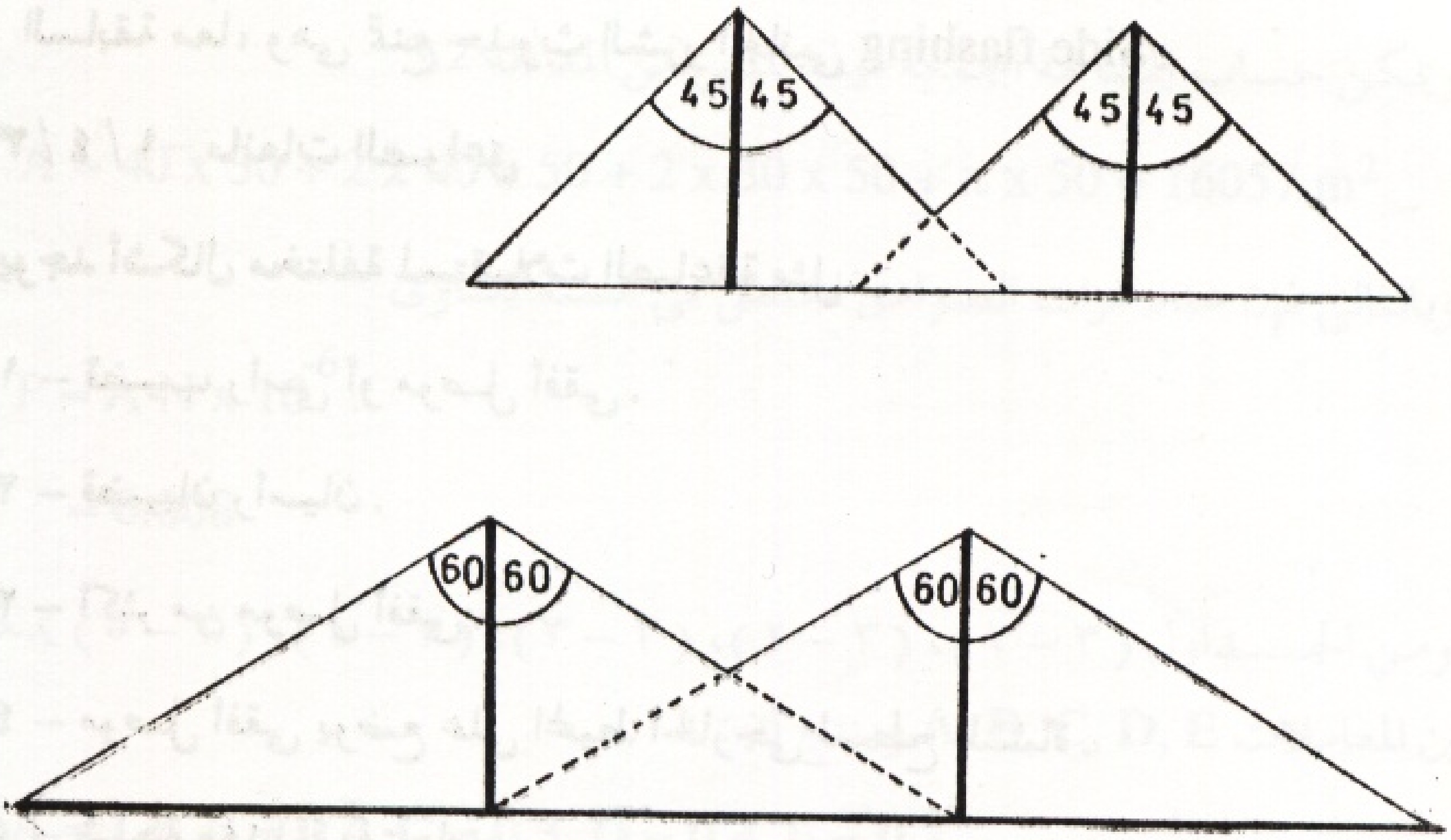
فعند استخدام الأعمدة كموانع صواعق يتشكل ما يسمى بمخروط حماية، وتكون زاوية الحماية (نصف زاوية رأس المخروط)، وهى تأخذ °45 إذا كان المبنى عادى وتأخذ °30 إذا كان المبنى يحتوى على مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار .

والجدير بالذكر أن المبنى المطلوب حمايته يجب أن يقع تحت مخروط الحماية، وهذا موضح بالشكل (٣ – ٢) .



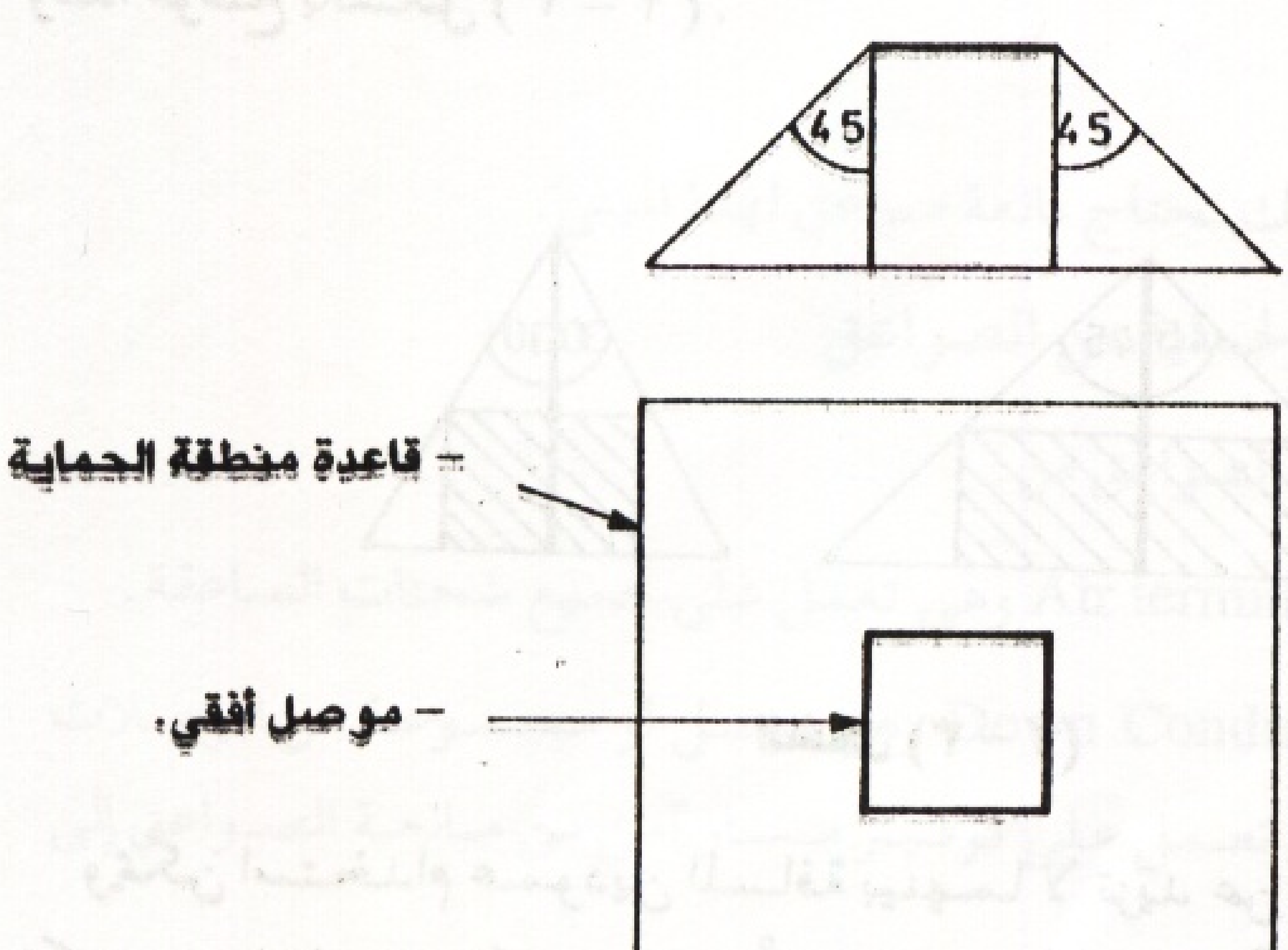
الشكل (٣ – ٢)

ويمكن استخدام عمودين المسافة بينهما لا تزيد عن ضعف ارتفاع العمود، وتكون زاوية الحماية لكل منهما °60 للمبانى العادية، °45 للمبانى ذات المواد القابلة للاشتعال والانفجار، وهذا مبين بالشكل (٣ – ٣) .



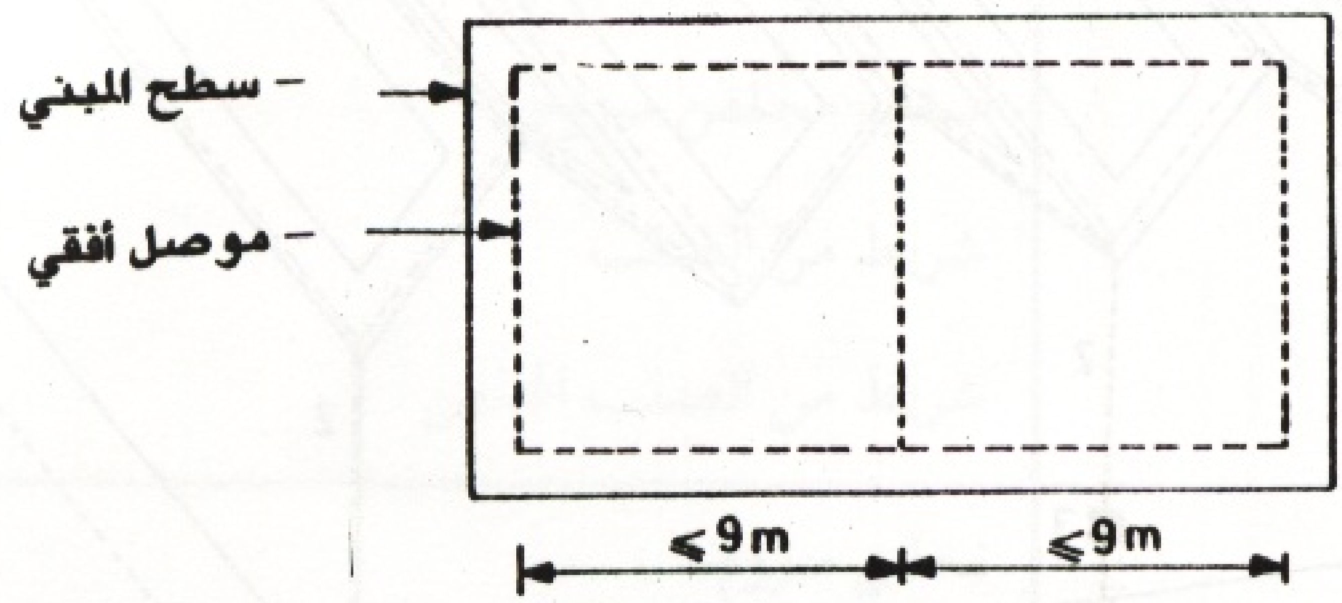
الشكل (٣ – ٣)

ويمكن استخدام موصلات أفقية، وتكون زاوية الحماية مساوية 45° بحد أقصى للمباني التي تحتوي على مواد مشتعلة كما هو مبين بالشكل (٣ – ٤).



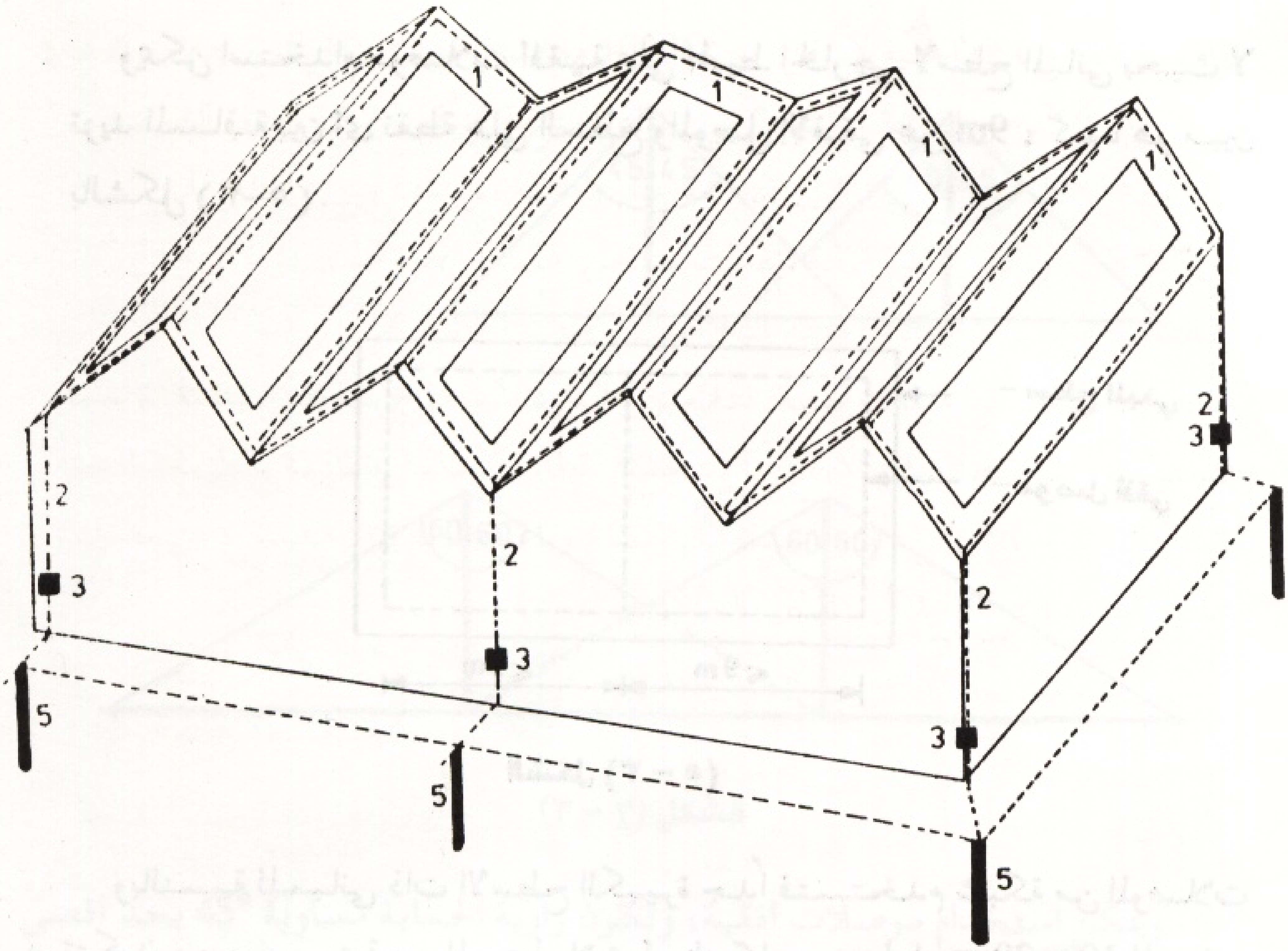
الشكل (٣ – ٤)

ويمكن استخدام موصلات أفقية على المحيط الخارجي لأسطح المباني بحيث لا تزيد المسافة بين أي نقطة على السطح والموصل الأفقي عن 9m ، كما هو مبين بالشكل (٣-٥).



الشكل (٣ - ٥)

وبالنسبة للمباني ذات الأسطح الكبيرة جداً فتستخدم شبكة من الموصلات تتكون من مجموعة من المستطيلات أبعاد كل مستطيل 10 x 20 m للمباني العادية، في حين أبعاد كل مستطيل تساوى 5 x 10 m بالنسبة للمنشآت الخطرة والتي تحتوى على مواد قابلة للانفجار والاشتعال مثل: المصانع الكيميائية ومصانع البترول. والشكل يبين طريقة تنفيذ ذلك لمصنع.



الشكل (٣ – ٦)

حيث إن :

موصلات الشبكة المعدنية لمانعة الصاعقة	1
الموصلات الهابطة	2
وصلات اختبار الأقطاب الأرضية	3
الموصلات الأرضية	4
الأقطاب الأرضية	5

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام الأشياء البارزة مثل : المداخن وهوائيات التليفزيون كمانعة صواعق إذا كانت معدنية .

والجدول (٣ – ٨) يعطى أبعاد موصلات مانعات الصواعق المستخدمة وخامة كل منها .

الجدول (٣ - ٨)

الأبعـــــاد	الخـــامـــة
قطره 8 mm قطره 10 mm 20 x 2.5 mm 30 x 3.5 mm	صلب مبروم صلب مجلفن مبروم شريط من الصلب شريط من الصلب المجلفن
قطره 8 mm 20 x 2.5 mm يتكون من 7 شعيرات كل شعرة قطرها 3.5 mm	نحاس مبروم شريط من النحاس حبل من النحاس
قطره 8 mm	موصل نحاس بطبقة خارجية من الرصاص بحيث يكون سمك طبقة النحاس الأدنى 1 mm
قطره 8 mm	موصل صلب بغلاف خارجي 30% من النحاس
قطره 10 mm 20 x 4 mm	نحاس مبروم شريط من الألومنيوم

٣ / ٤ / ٢ - الموصلات الهابطة

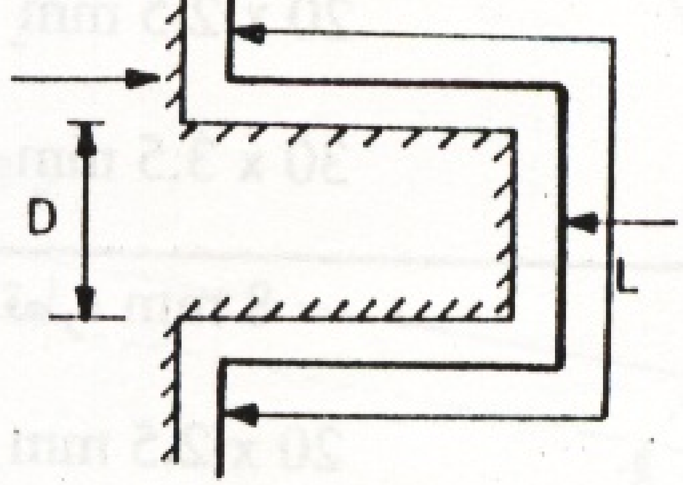
تعمل الموصلات الهابطة على تشكيل مساراً سهلاً لتيار الصواعق الذى تم استقباله بمانعة الصواعق لتصريفه فى الشبكة الأرضية، ويجب أن يكون هذا المسار

قصيراً لمنع الشرر الجانبى (انظر الفقرة ٣ / ٥ / ١)، ويجب الحذر من أن يقترب جزآن من الموصلات الهابطة معاً بسبب من الأسباب، فعندما يكون الموصل الهابط يأخذ المسار المبين بالشكل (٣ – ٧) يجب تحقق المعادلة 3.4 .

$$\frac{L}{D} \leq 8 \rightarrow 3.4$$

أما عدد الموصلات الهابطة فيعتمد على مساحة المنشأة ويجب ألا يقل عدد هذه الموصلات عن 2 .

وفيما يلى طريقة تحديد عدد الموصلات الهابطة تبعاً للمساحة ومحيط المنشأة .



الشكل (٣ – ٧)

١ – المبانى التى مساحتها أقل من أو تساوى $100m^2$ تستخدم عدد 2 موصل هابط .

٢ – المبانى التى مساحتها أكبر من $200m^2$ تستخدم عدداً من الموصلات الهابطة يحدد من إحدى المعادلتين 3.5, 3.6 .

$$N = 1 + \frac{S}{300} \rightarrow 3.5$$

$$N = \frac{C}{30} \rightarrow 3.6$$

حيث إن :

N عدد الموصلات الهابطة مقرب للعدد الصحيح التالى

S مساحة المبنى

C محيط المبنى

٣ – المآذن والمداخن... إلخ والتى يزيد ارتفاعها عن 30 m، وقطرها يزيد عن 1.5 m تحتاج لموصلين هابطين.

وهناك طريقة أخرى لتحديد عدد الموصلات الهابطة تبعاً لأبعاد المنشأة وهذه الطريقة مستخدمة فى ألمانيا .

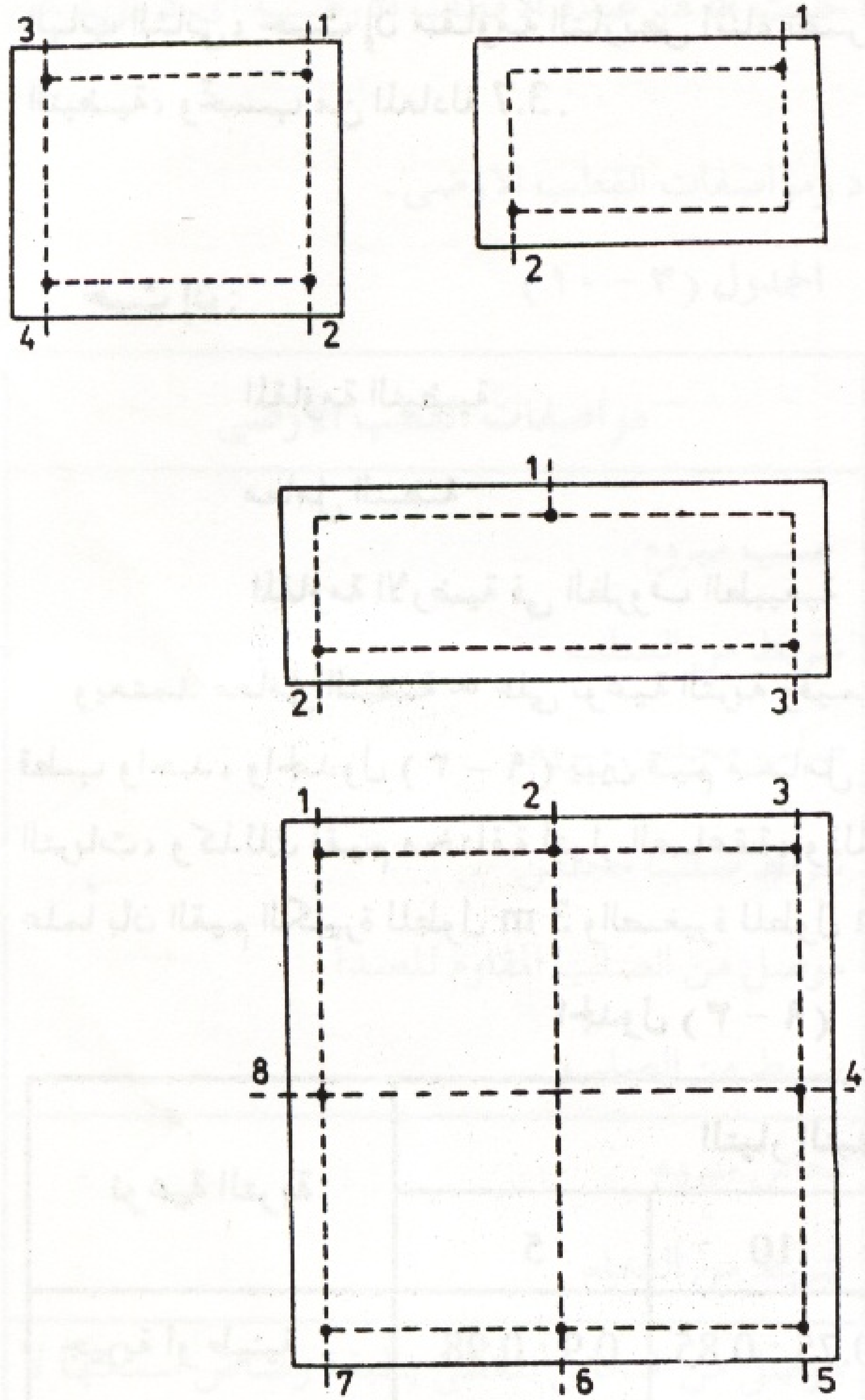
والشكل (٣ – ٨) يوضح هذه الطريقة .

فالشكل (أ) ينفذ عندما يكون طول المبنى يصل إلى 20 m، وعرضه يصل إلى 12 m، حيث يستخدم موصل أفقي على شكل مستطيل على سطح المبنى يعمل كمانعة صواعق ويستخدم موصلين هابطين 1, 2 .

والشكل (ب) ينفذ عندما يكون طول المبنى يصل إلى 20 m، وعرضه يتراوح ما بين 20 m : 12 .

والشكل (جـ) ينفذ عندما يتراوح طول المبنى 40 m : 20، وعرضه يتراوح إلى 12 m .

والشكل (د) ينفذ عندما يتراوح طول المبنى 40 m : 20، وعرضه يتراوح ما بين 40 m : 20 .



الشكل ٣ – ٨

٣ / ٤ / ٣ – شبكة التأريض الأرضية

لا تختلف شبكة التأريض المستخدمة فى الحماية من الصواعق عن شبكات التأريض الوقائية والتى سبق وأن تناولناها فى الباب الثانى .

ويجب ألا تزيد مقاومة شبكة التأريض لمانعة الصواعق عن 10Ω، وعادة تستخدم الأعمدة المغروسة عموديًا فى الأرض لعمل شبكات التأريض الأرضية لمانعات الصواعق، وتختلف مقاومة التأريض أثناء الصاعقة عن مقاومة التأريض المحسوبة فى الباب الثانى، حيث إن مقاومة التأريض أثناء تصريف الصاعقة تسمى بالمقاومة النبضية، وتحسب من المعادلة 3.7.

$$R_I = \propto R\ (\Omega) \rightarrow 3.7$$

حيث إن :

المقاومة النبضية R_I

معامل النبضة $\propto$

المقاومة الأرضية فى الظروف الطبيعية R

ويعتمد معامل النبضة $\propto$ على نوعية التربة وقيمة التيار أثناء الصاعقة والمار فى قطب واحد، والجدول (٣ – ٩) يبين قيم معامل النبضة $\propto$ لأنواع مختلفة من التربات، وكذلك لقيم مختلفة لتيار الصاعقة، وذلك لقطب أرضى طوله 3 m :2، علماً بأن القيم الكبيرة للطول 3 m والصغيرة للطول 2 m.

الجدول (٣ – ٩)

نوعية التربة	التيار النبضى (K A)			
	5	10	20	40
جيرية أو طينية	0.9 : 0.98	0.75 : 0.85	0.6 : 0.75	0.5 : 0.6
حصى رطب	0.6 : 0.7	0.5 : 0.6	0.35 : 0.45	0.25 : 0.3
رمل أو حصى جاف	0.45 : 0.55	0.35 : 0.45	0.25 : 0.3	0.15 : 0.2

والجدير بالذكر أن عدد الأقطاب الأرضية يجب أن يساوى عدد الموصلات الهابطة فيوصل بكل موصل هابط قطب أرضى خاص به وتربط هذه الأقطاب معًا بواسطة

موصلات أزضية ويزود كل قطب أرضى بوصلة فحص Test bond، وذلك لقياس مقاومته، ويجب أن تكون المقاومة المحصلة لا تزيد عن 10 Ω، فإذا كان عدد الموصلات الهابطة 8 مثلاً: فإن عدد الأقطاب الأرضية يكون 8 أيضًا، وتكون مقاومة كل منهم لا تزيد عن (10 N) حيث N هو عدد الأقطاب الأرضية أى لا تزيد عن 80Ω.

والجدول ٣ – ١٠ يبين أبعاد ومواصفات القطب الأرضى.

الجدول (٣ – ١٠)

أبعاد القطب الأرضى	مواصفات القطب الأرضى
قطره 10 mm	صلب مبروم
30 x 3.5 mm	شريط من الصلب
قطره 20 mm	صلب مجلفن مبروم
50 x 3 mm	شريط صلب مجلفن
قطره 12 mm	موصل من الصلب المقاوم للصدأ
30 x 3.5 mm	شريط من الصلب
قطره 8 mm	نحاس مبروم
20 x 2.5 mm	شريط من النحاس
قطره 8 mm	موصل من النحاس المغطى بطبقة رصاص سمكها لا يقل عن 1 mm
قطر الشعرة 3 mm	حبل من النحاس يتكون من سبع شعيرات مغطى بطبقة من النحاس لا يقل سمكها عن 1 mm.
قطره 8 mm	حبل من الصلب مزود بطبقة من النحاس تمثل % 30

٣ / ٥ - إنشاء نظام الحماية من الصواعق

يفضل إنشاء نظام الحماية من الصواعق أثناء إنشاء البناء؛ لأن هذا يقلل من التكلفة الناتجة عن تكسير بعض الأجزاء الخرسانية بعد الانتهاء منها، حيث يتم توصيل جميع المنشآت المعدنية وقضبان التسليح قبل صب الخرسانة وإتمام البناء. ويراعى عدم دفن الموصلات الهابطة فى الحائط بل تكون خارج الحائط، ويجب ربط جميع الأجزاء المعدنية بالمنشأة مع نظام الحماية من الصواعق مثل: الهوائيات والمداخن والسلالم المعدنية ومواسير الصرف الصحى والشبابيك والأبواب المعدنية. . . إلخ.

٣ / ٥ / ١ - تعليمات السلامة عند إنشاء نظام الحماية من الصواعق

فيما يلى أهم تعليمات السلامة عند إنشاء نظام الحماية من الصواعق:

١ - يجب ألا تقل المسافة بين الأقطاب الأرضية لنظام الحماية من الصواعق عن ممرات الأشخاص المترجلين عن 0.5 m للحد من خطورة جهد الخطوة على الأشخاص.

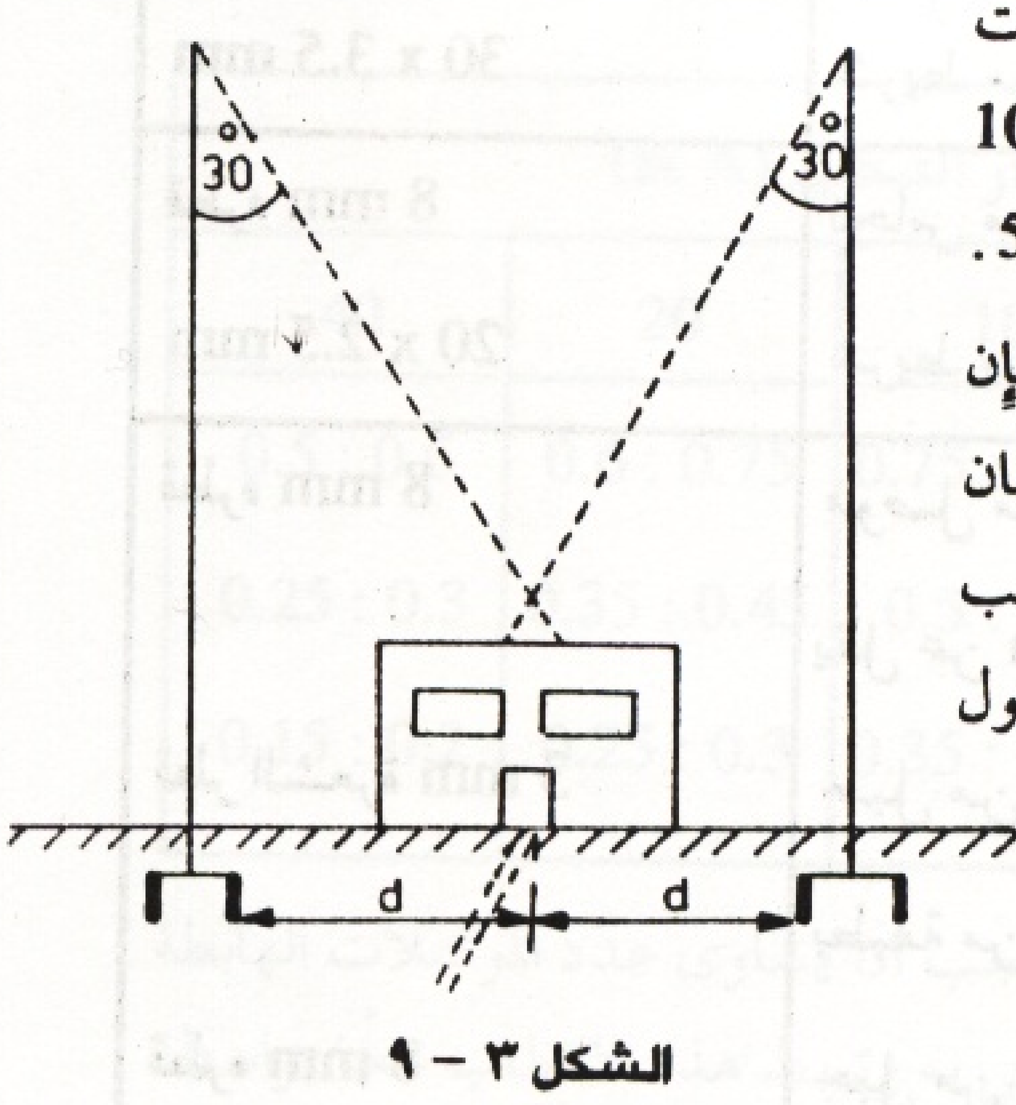
٢ - ينصح باستخدام نظام الحماية المزدوج من الصواعق لحماية المنشآت التى تحتوى على مواد مشتعلة بالطريقة المبينة بالشكل (٣- ٩).

٣ - يجب ألا تقل المسافة بين الأقطاب الأرضية لنظام الحماية من الصواعق والتجهيزات الأرضية المعدنية للمبنى مثل مواسير الماء (d) عن $0.5\ R_I$. فإذا كانت مقاومة نظام التأريض النبضية تساوى 10 Ω، فإن المسافة d يجب ألا تقل عن 5 m.

٤ - عند وجود أشجار عالية بجوار المبانى فإن هذا يمثل خطورة على المبنى إذا كان ارتفاعها أعلى من المبنى لذلك يجب التعامل مع الأشجار العالية بأحد الحلول التالية:

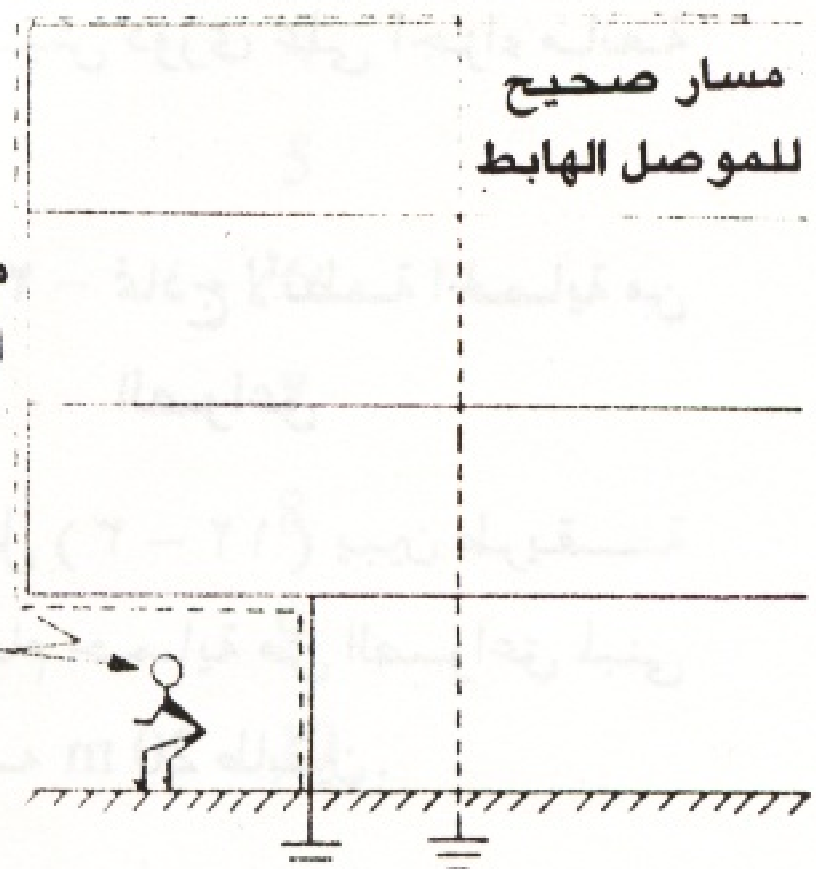
أ - إزالة الشجرة.

ب - تقصير الشجرة عن المبنى.



الشكل ٣ - ٩

جـ- عمل نظام حماية من الصواعق للشجرة بتمديد موصلات على الأفرع المختلفة وتوصيلها بموصل هابط على جذع الشجرة وتوصيل هذا الموصل الهابط مع قطبين أرضيين بشرط أن تكون المسافة بين الشجرة والمبنى لا تقل عن $0.5\ R_I$ حيث إن R_I هى المقاومة النبضية لأرضى الشجرة.



الشكل (٣ - ١٠)

٥ - يجب الحذر من عمل مسارات ضيقة تحدث شرر جانبى يعرض الأشخاص والمبنى للخطر كما هو مبين بالشكل (٣ - ١٠)

٦ - يجب توصيل الأجزاء المعدنية فى المبنى مع نظام الحماية من الصواعق، وإذا تعذر ذلك يجب أن تكون المسافة بين نظام مانعات الصواعق والأجزاء المعدنية تحقق المعادلة 3.8.

$$D \geq 0.05\ h + 0.2\ R_I$$

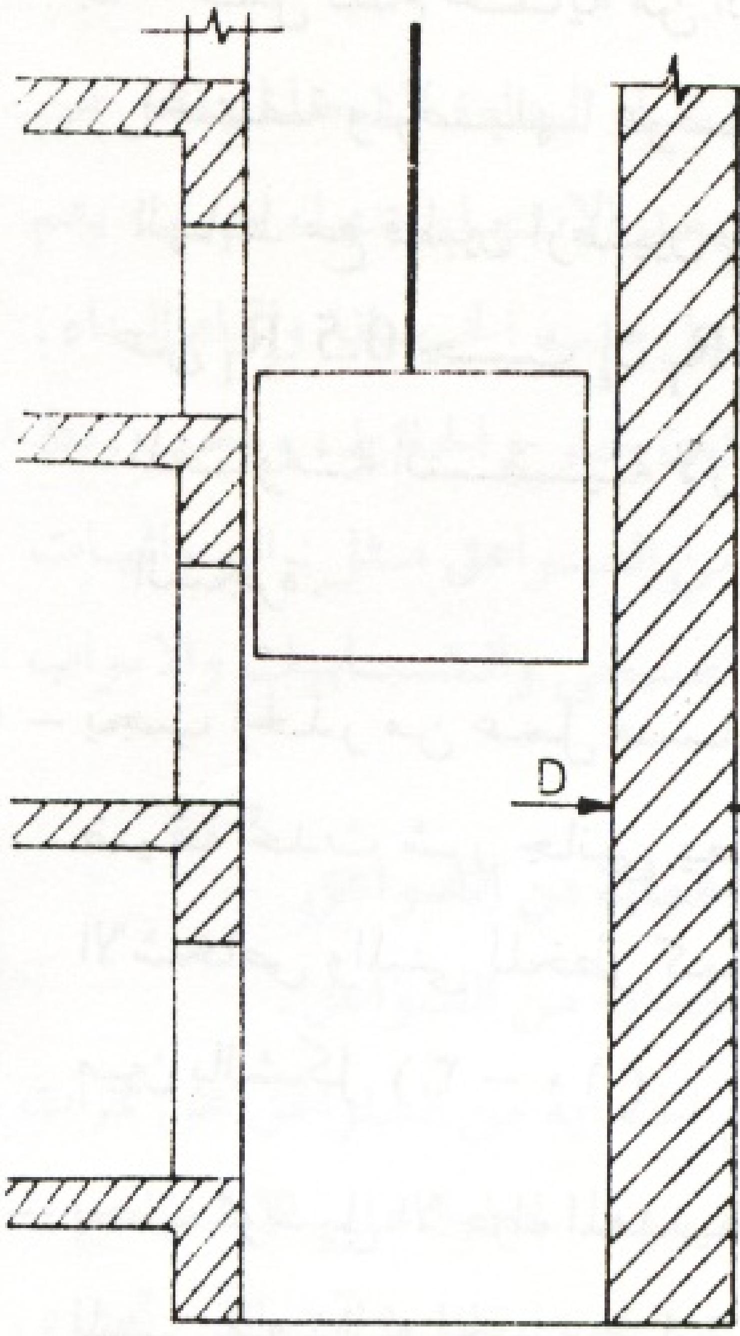
حيث إن :

المسافة بين الموصلات الهابطة والأجزاء المعدنية	D
ارتفاع المبنى (m)	h
المقاومة النبضية لشبكة التأريض	R

والشكل (٣ - ١١) يعرض مصعداً لأحد المنشآت فإذا كان ارتفاع المنشأة 30 m، وكانت المقاومة النبضية للشبكة الأرضية لمانعة الصواعق $10\ \Omega$، فإن المسافة بين نظام مانعات الصواعق والهيكل المعدنى للمصعد الكهربى يساوى :

$$D \geq 0.05 \times 30 + 0.2 \times 10$$

$D \geq 3.5\ m$

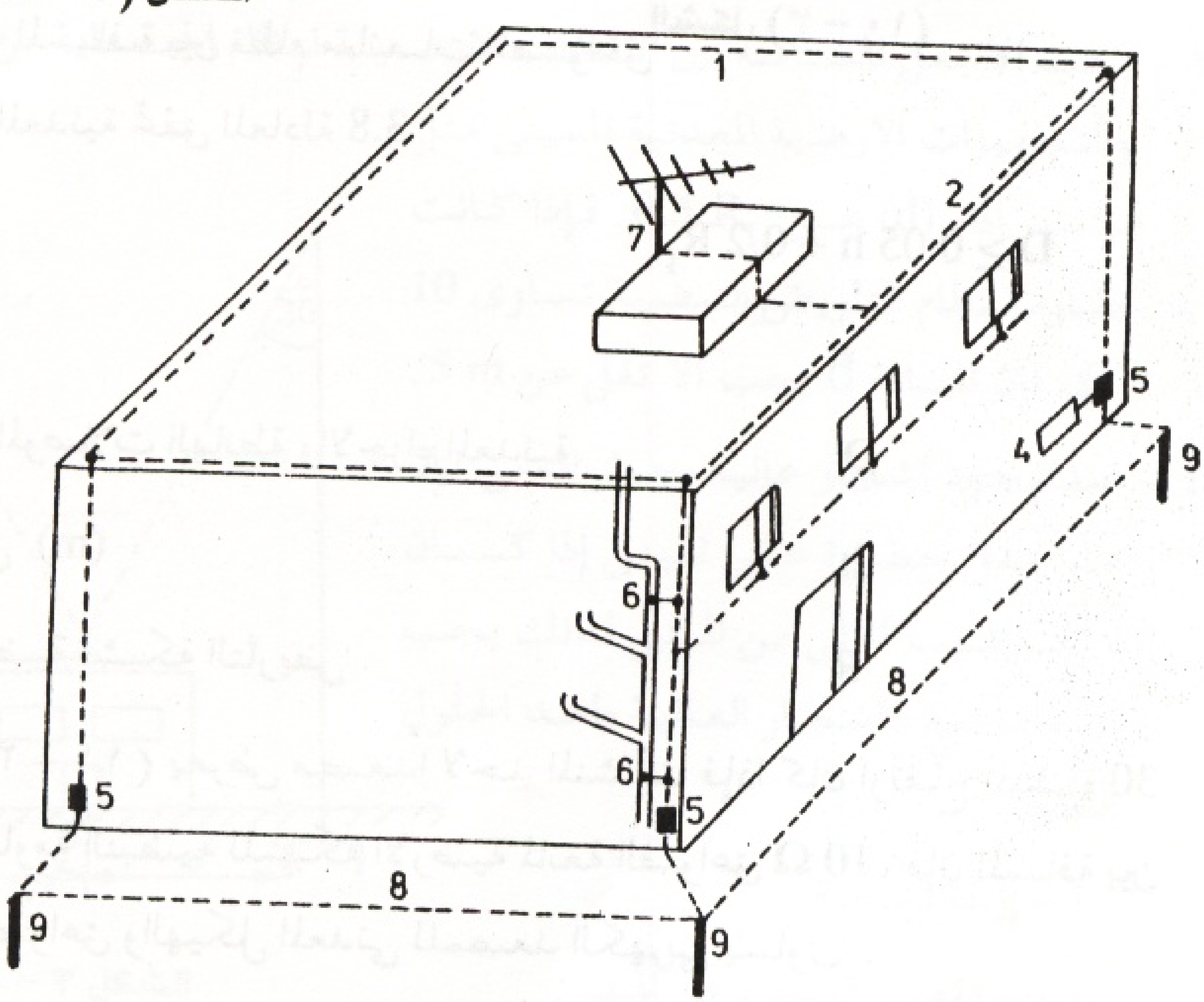


الشكل (٣ – ١١)

٧ – يجب أن تجرى اختبارات على نظام الحماية من الصواعق بعد كل صاعقة للتأكد من سلامته، كما يجب عمل تفتيش دورى على أجزاء مانعة الصواعق.

٣ / ٥ / ٢ – نماذج لأنظمة الحماية من الصواعق

الشكل (٣ – ١٢) يبين طريقة تنفيذ نظام حماية من الصواعق لمبنى طوله وعرضه 20 m طابقين.



الشكل (٣ – ١٢)

حيث إن :

الموصلات الرئيسية لمانعة الصواعق 1

رباط مع قضبان تسليح المنشأة . 2

رباط مع شبابيك معدنية 3

موصل الأرضى الرئيسى للمنشأة 4

وصلة اختبار 5

وصلة مع مواسير الصرف الصحى 6

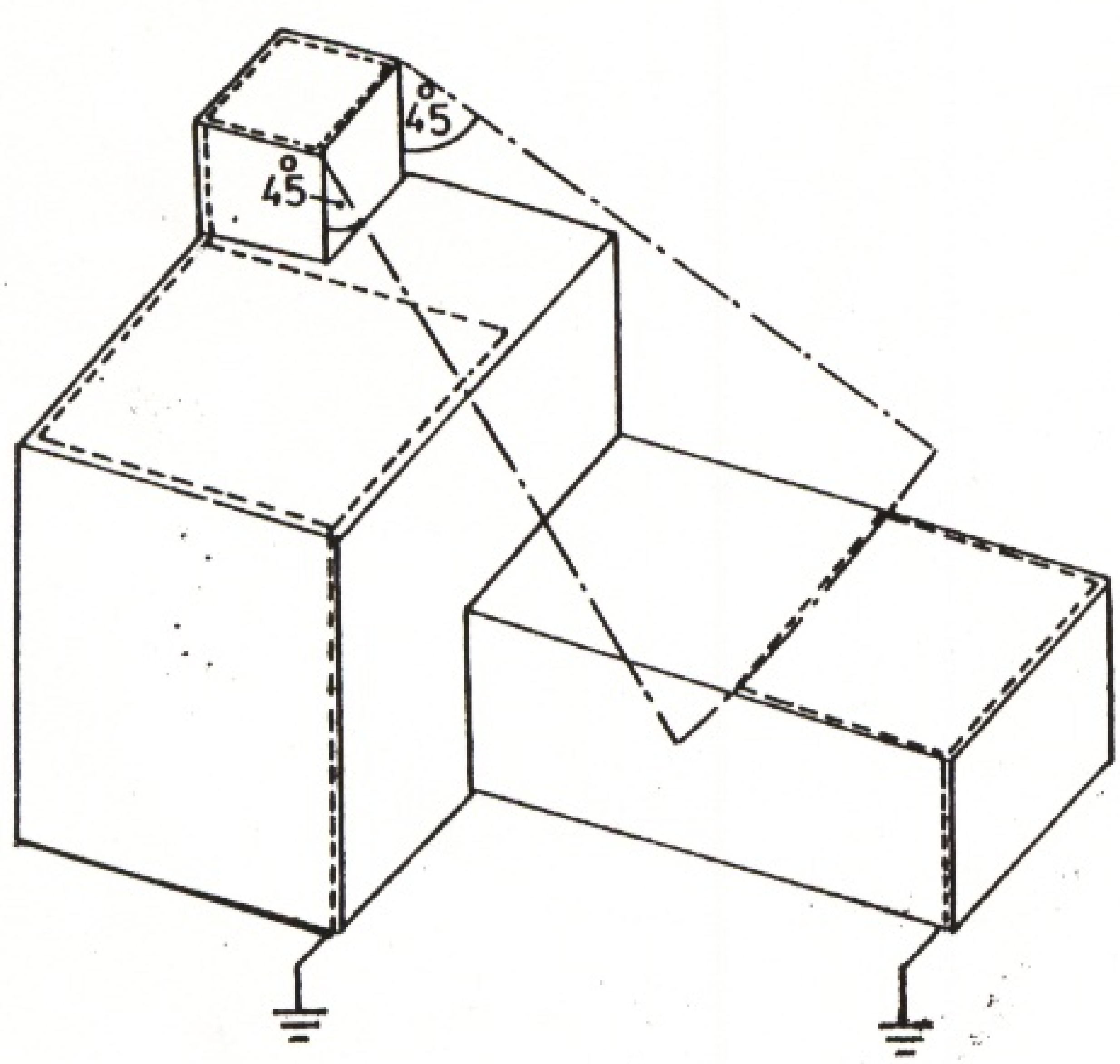
وصلة مع الهوائى 7

موصلات أرضية 8

أقطاب أرضية 9

موصل هابط 10

والشكل (٣ – ١٣) يبين طريقة تنفيذ نظام حماية من الصواعق لمبنى يتكون من عدة مستويات .



الشكل (٣ – ١٣)

الباب الرابع

الوقاية من التلامس الكهربى

الوقاية من التلامس الكهربى

٤ / ١- مقدمة

تحتاج التركيبات الكهربية لبعض التدابير الوقائية لحماية الإنسان من التلامس الكهربى ويجب أن نفرق بين:

- الوقاية من التلامس المباشر والناتج عن ملامسة الإنسان للأسلاك العارية الحاملة للتيار الكهربى.
- الوقاية من التلامس غير المباشر والناتج عن ملامسة الإنسان لبعض هياكل الأجهزة الكهربية المكهربة وذلك أثناء حدوث خطأ ناتج عن انهيار عزل هذه الأجهزة وملامسة الأجزاء الحاملة للتيار لهياكلها.

والجدير بالذكر أنه يوجد اختلاف بين طرق الوقاية من التلامس المباشر والتلامس غير المباشر ستتضح فى الفقرات القادمة.

٤ / ٢- الأنظمة المختلفة للتأريض

حتى يسهل علينا تناول هذه الأنظمة سنبدأ بإعطاء مدلول للأحرف المستخدمة مع هذه الأنظمة، فعادة يرمز لهذه الأنظمة بعدة أحرف:

- **الحرف الأول** جهة اليسار يبين العلاقة بين المصدر والأرضى وهذا الحرف هو واحد من الحرفين التاليين.
  - تعنى نقطة النجما لمحول المصدر مؤرضه T
  - تعنى أن المصدر معزول عن الأرضى أو I

    نقطة النجما لمحول المصدر مؤرضة عبر مقاومة كبيرة جداً
- **الحرف الثانى** جهة اليسار يبين العلاقة بين الحمل والأرضى ويكون أحد الحرفين التاليين:
  - تعنى أن الحمل مؤرض مباشرة ولا يستخدم أرضى المصدر T

N . تعنى أن الحمل مؤرض عبر أرضى المصدر

- **الحرف الثالث والرابع** يعطيان دلالة عن مواصفات خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر الكهربى.

C – تعنى أن خط الوقاية PE وخط التعادل مجتمعين معًا فى خط الوقاية والتعادل PEN.

S . – تعنى أنه يوجد موصل للوقاية PE وآخر التعادل

ويوجد ثلاثة أنظمة تأريض رئيسية وهم كما يلى:

١– نظام TN

٢– نظام TT

٣– نظام IT

٤ / ٢ / ١– نظام TN

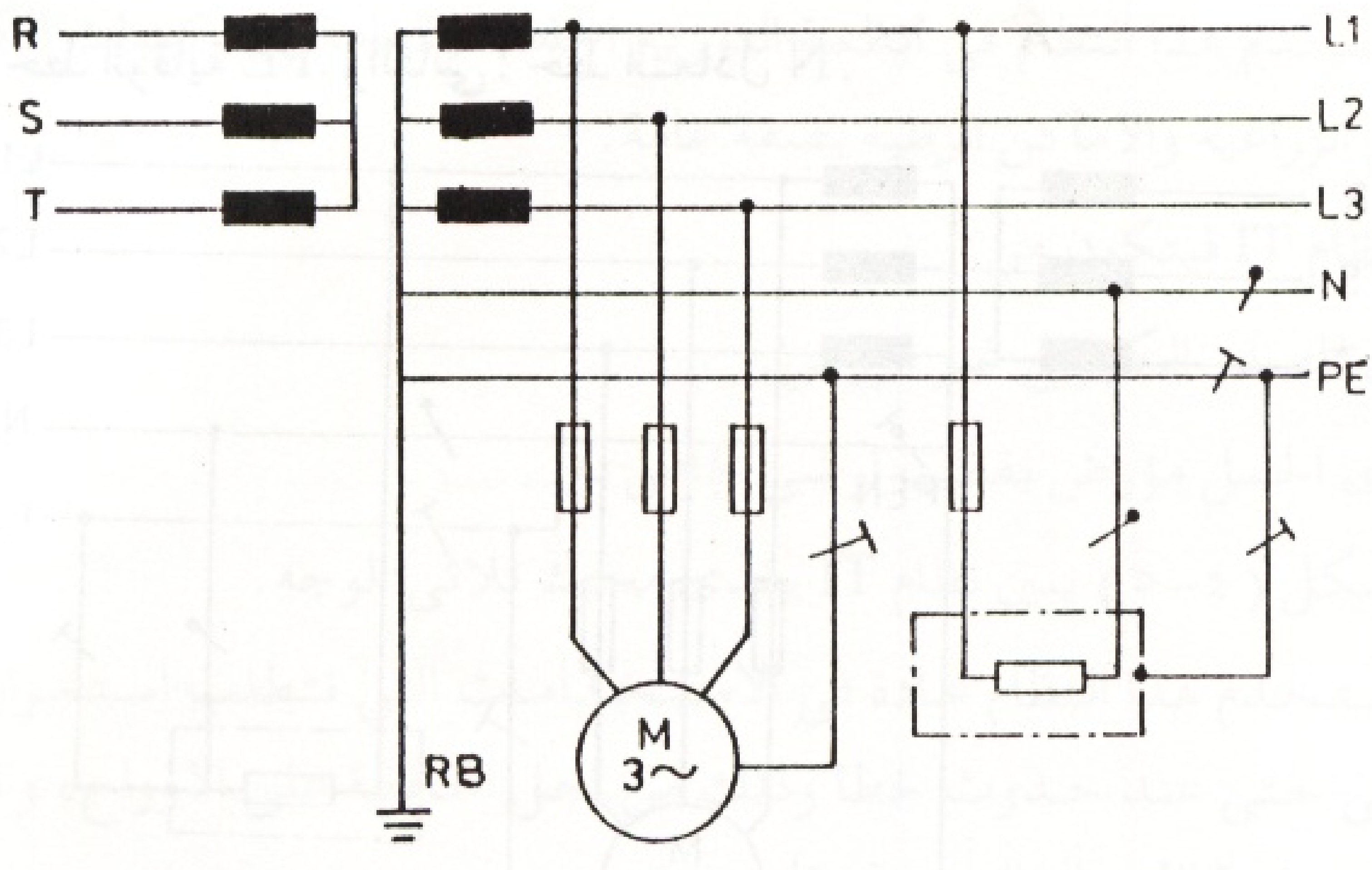
يتكون نظام TN من:

T أى تأريض المصدر الكهربى.

و N أى تأريض هيكل الحمل بتوصيله مع أرضى المصدر. وينقسم هذا النظام إلى الأنظمة التالية:

أ– نظام TN-S:

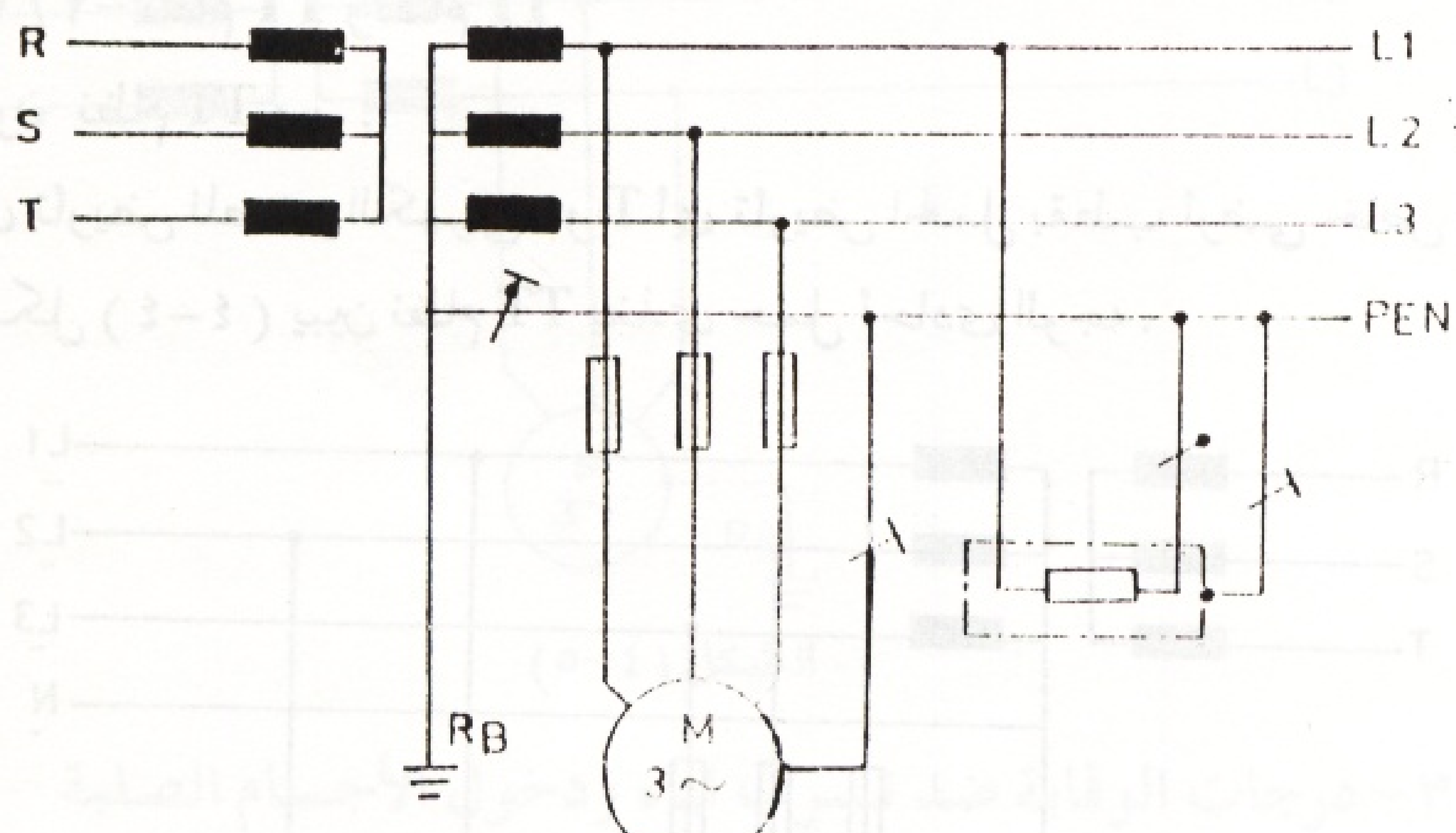
الشكل (٤–١) يبين نظام TN-S يغذى حملين، **أحدهما**: ثلاثى الأوجه وهو محرك ثلاثى الأوجه؛ **والثانى**: حمل أحادى الوجه عبارة عن سخان كهربى ويلاحظ أن خط الوقاية PE وخط التعادل N مفصولان عند المصدر الكهربى.



الشكل (٤-١)

ب - **نظام TN-C :**

الشكل (٤-٢) يبين نظام TN-C يغذى حملين، **أحدهما :** ثلاثى الأوجه. **والآخر** أحادى الوجه. ويلاحظ أن خط الوقاية وخط التعادل مجتمعان معًا فى خط **PEN** .

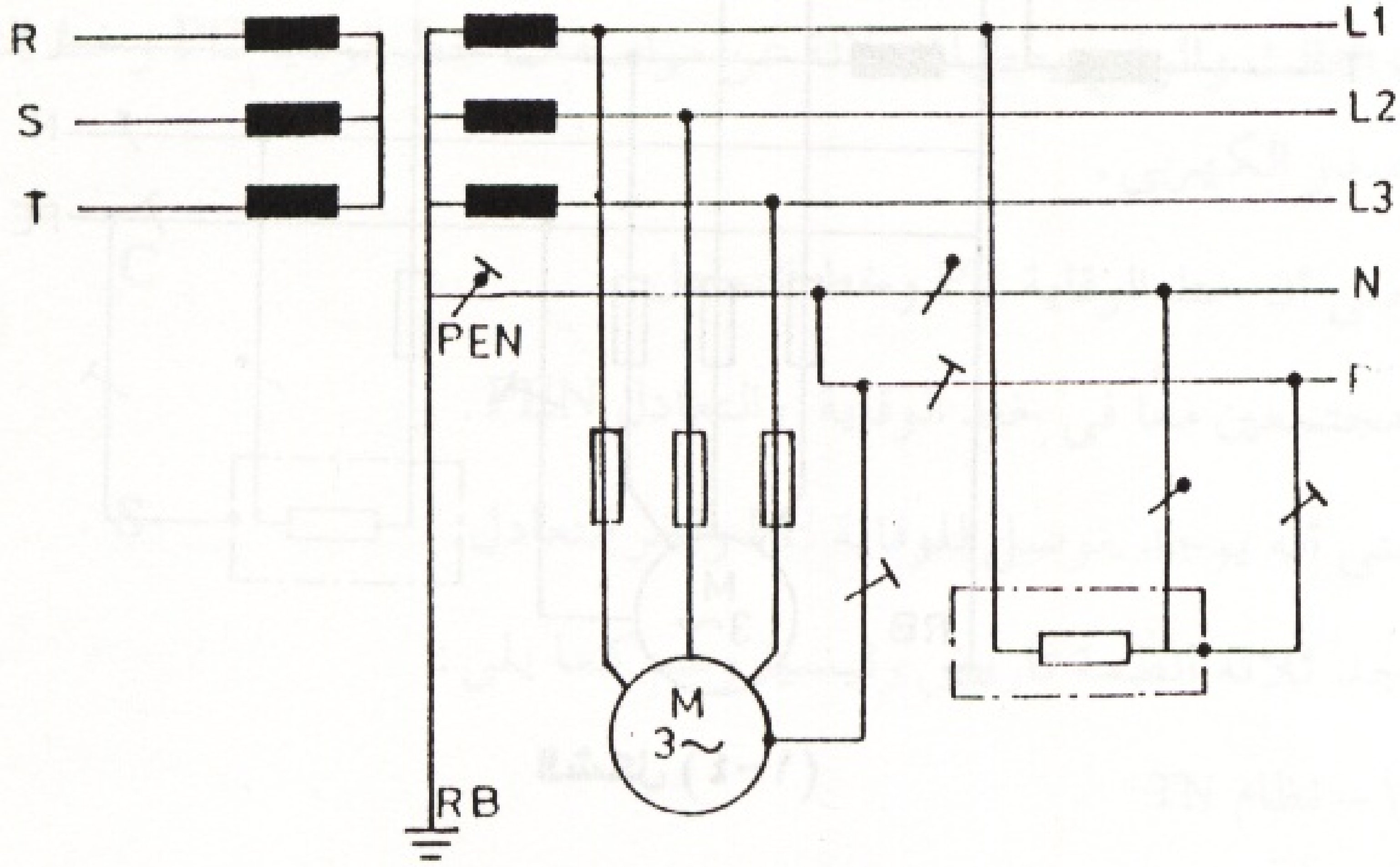


الشكل (٤-٢)

جـ - **نظام TN-C-S :**

الشكل (٤-٣) يبين نظام TN-C-S يغذى حملين، **أحدهما :** ثلاثى الأوجه **والآخر :** أحادى الوجه. ويلاحظ أن خط PEN للمصدر يتفرع عند الحمل لفرعين،

أحدهما : خط الوقاية PE. **والثانى** : خط التعادل N.



الشكل (٤-٣)

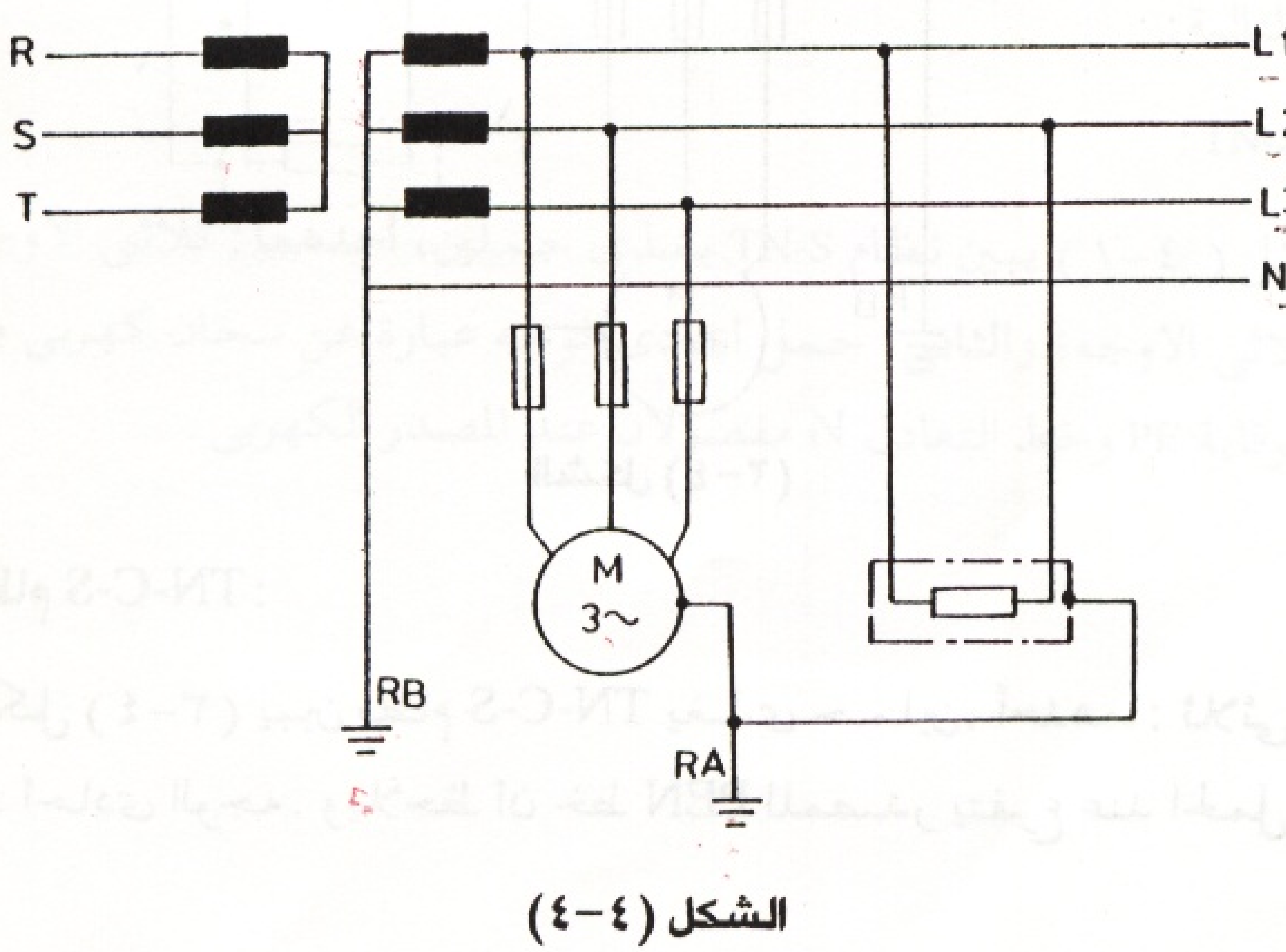
ويستخدم نظام TN بصفة عامة فى أنظمة التوزيع الخاصة والعامة والتركيبات الكهربية فى المنشآت والمصانع.

٤ / ٢ / ٢- نظام TT ونظام IT

يتكون نظام TT من :

T أى تأريض المصدر الكهربى، و T أى تأريض الحمل بقطب أرضى خاص به.

والشكل (٤-٤) يبين نظام TT يغذى حمل أحادى الوجه.



الشكل (٤-٤)

ويستخدم هذا النظام فى أنظمة التوزيع الخاصة والعامة والتركيبات الكهربية فى الأماكن الزراعية والأماكن الرطبة بصفة عامة.

أما نظام IT فيتكون من:

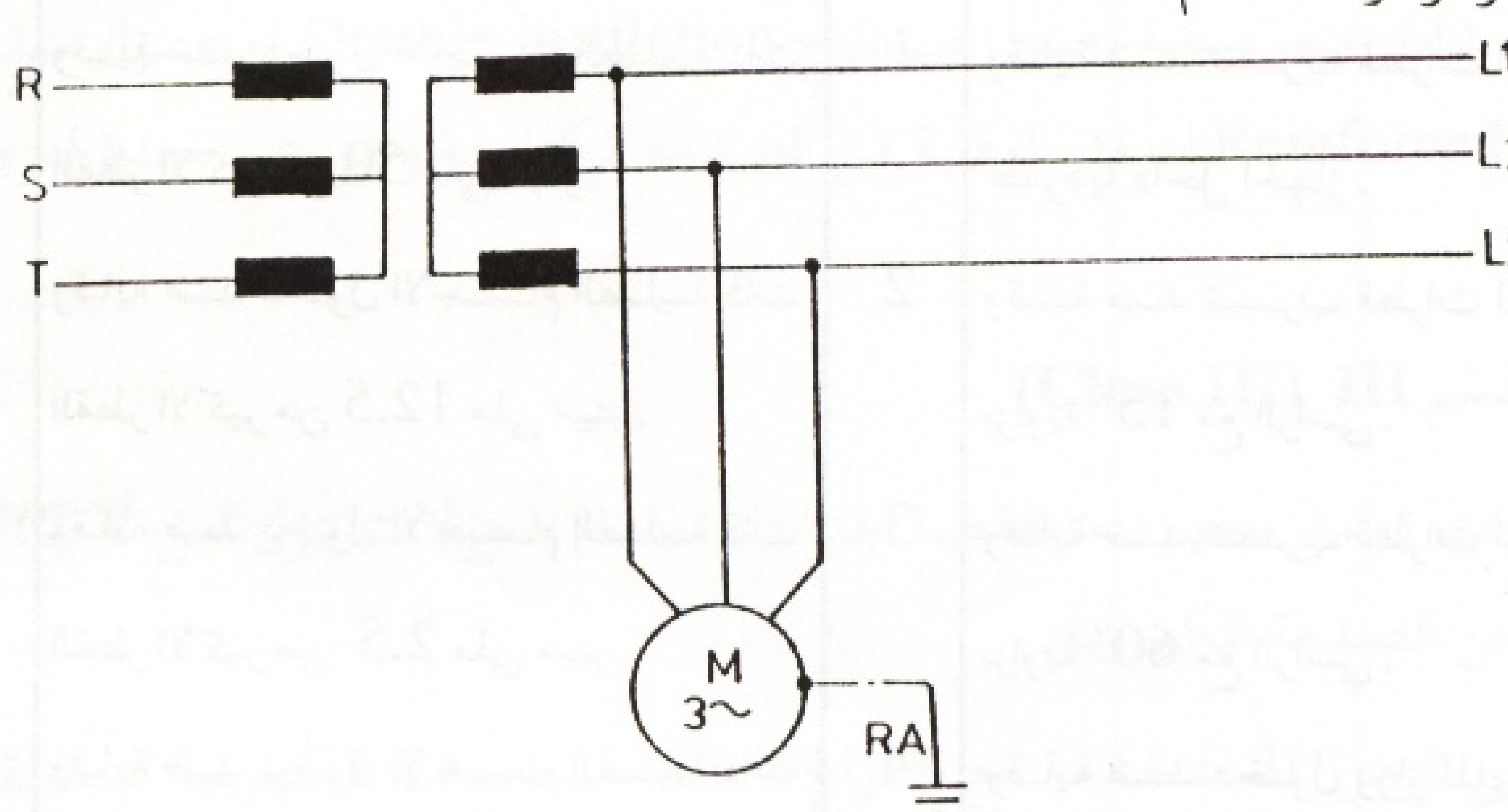
I أى المصدر الكهربى غير مؤرض.

T أى الحمل مؤرض بقطب أرضى خاص به.

والشكل (٤-٥) يبين نظام IT يغذى محرك ثلاثى الوجه.

ويستخدم هذا النظام عادة فى الاستخدامات التى تتطلب استمرارية للتيار الكهربى حتى عند حدوث خطأ وذلك من أجل المحافظة على الأرواح، وكذلك من أجل استمرارية الأعمال الرسمية مثل:

- المستشفيات، وأماكن التعدين، وصناعة الزجاج، ومصانع الحديد والصلب، والمصانع الكيميائية، ومحطات الكهرباء، مولدات الطوارئ والأماكن المعرضة للحريق والانفجار، ودوائر التحكم.



الشكل (٤-٥)

٤ / ٣- درجات الوقاية ضد تسرب الماء ودخول الأجسام الصلبة

يعطى رمز الوقاية لأى جهاز كهربى فكرة عن مدى إمكانية الجهاز لمنع - دخول الأجسام الصلبة - تسرب الماء.

ويأخذ رمز الوقاية لأى جهاز الصورة IPx.y.

حيث إن:

هو الرقم المميز ضد دخول المواد الصلبة لداخل الجهاز . X

هو الرقم المميز ضد تسرب الماء لداخل الجهاز Y .

والجدول (٤-١) يوضح القيم المختلفة لكلٍ من X,Y ومدلولاتها .

مثال :

إذا كانت درجة الوقاية لمحرك كهربى IP 55 يعنى ذلك أن المحرك مصمم للوقاية من دخول الأتربة الضارة، وكذلك مصمم للوقاية من تسرب الماء المندفع من نافورة فى جميع الاتجاهات .

الجدول (٤-١)

	الرقم المميز X		الرقم المميز Y
	وقاية ضد دخول الأجسام الصلبة		وقاية ضد تسرب الماء
0	بدون وقاية .	0	بدون وقاية .
1	وقاية ضد دخول الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 50 ملى ميتر.	1	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة عموديًا داخل الجهاز .
2	وقاية ضد دخول الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 12.5 ملى ميتر.	2	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 15° مع الرأسى .
3	وقاية ضد دخول الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 2.5 ملى ميتر.	3	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 60° مع الرأسى .
4	وقاية ضد دخول الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من ١ ملى ميتر.	4	وقاية ضد دخول رزاز الماء فى جميع الاتجاهات .
5	وقاية ضد تسرب الأتربة الضارة .	5	وقاية ضد دخول رزاز الماء بشكل نافورة فى جميع الاتجاهات .
6	وقاية كاملة ضد تسرب الأتربة .	6	وقاية ضد الغمر داخل الماء لمدة صغيرة .
		7	وقاية كاملة ضد الغمر داخل الماء .
		8	وقاية كاملة ضد الغمر لأى فترة زمنية تحت ارتفاع معين تحت سطح الماء .

٤ / ٤- أقسام الوقاية من الصدمة الكهربية

يمكن تقسيم الأجهزة الكهربية والالكترونية من حيث الوقاية من الصدمة الكهربية أثناء حدوث خطأ بها إلى أربعة أقسام كما يلي :-

١- معدات قسم O (Class o)

وهذه المعدات تحتاج إلى استخدامها فى وسط معزول لتوفير الوقاية من الصدمة الكهربية، كما أنها غير معدة للتوصيل مع موصل الوقاية PE.

٢- معدات قسم I (Class I)

وهذه المعدات معدة للتوصيل مع موصل الوقاية الأمر الذى يوفر الوقاية من الصدمة الكهربية عند حدوث خلل بها.

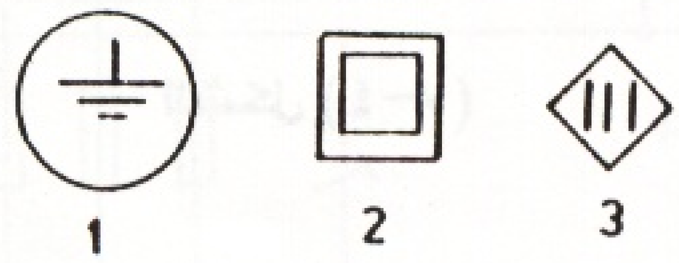
٣- معدات قسم II (Class II)

هذه المعدات مصممة بعزل مزدوج Double insulation أو عزل مقوى Reinforced insulation لتوفير الوقاية من الصدمة الكهربية وهى غير معدة لتوصيل موصل وقاية.

٤- معدات قسم III (Class III)

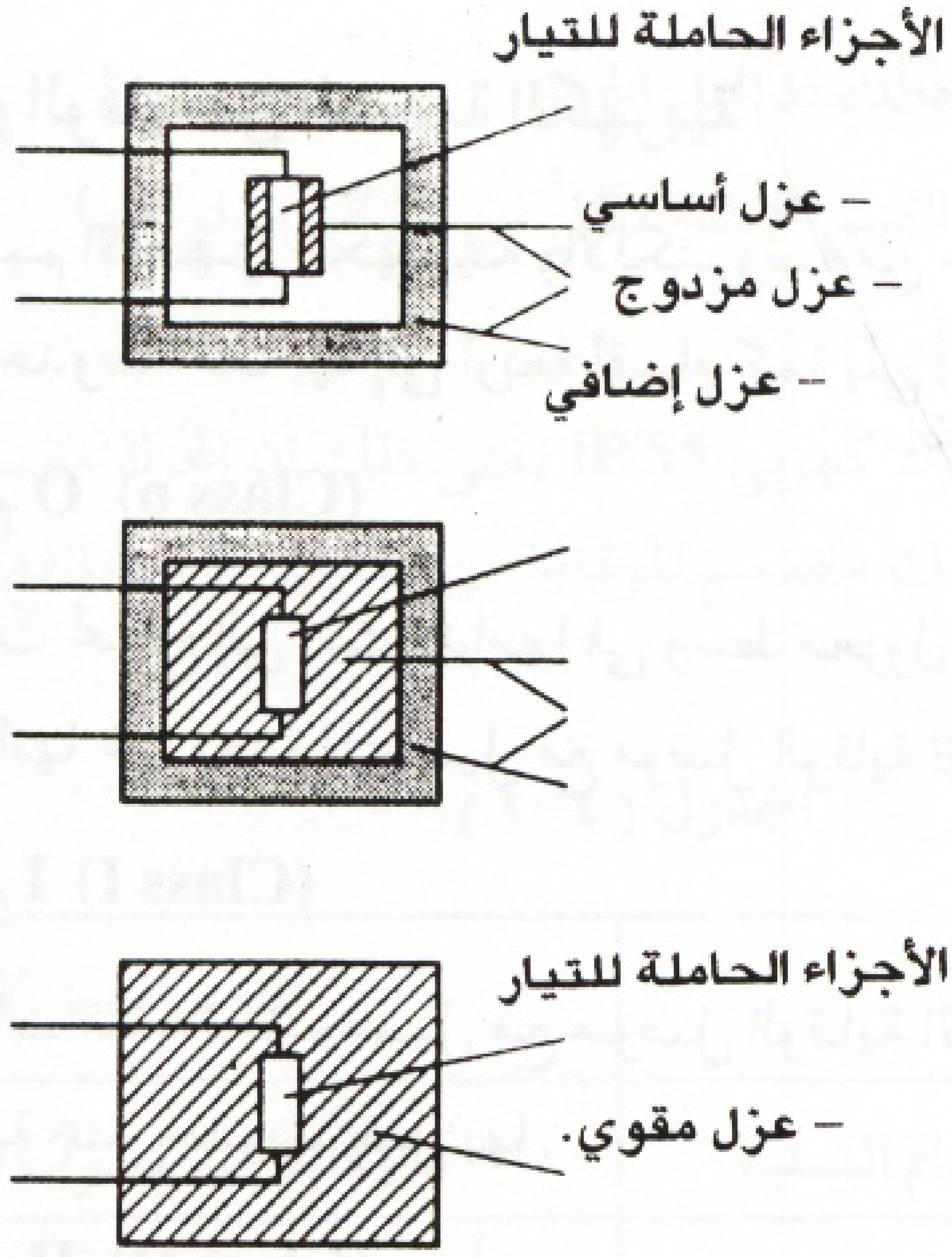
هذه المعدات تعمل بجهود منخفضة جداً باستخدام محولات عزل آمن SELV مما يوفر الوقاية من الصدمة الكهربية.

وفيما يلى الرموز المستخدمة مع الأنواع المختلفة للمعدات الكهربية تبعًا لقسم الوقاية. فالرمز 1 للقسم I ، والرمز 2 للقسم II، والرمز 3 للقسم III .



والشكل (٤-٦) يعرض التركيب الداخلى للأنواع المختلفة للأجهزة الكهربية قسم II.

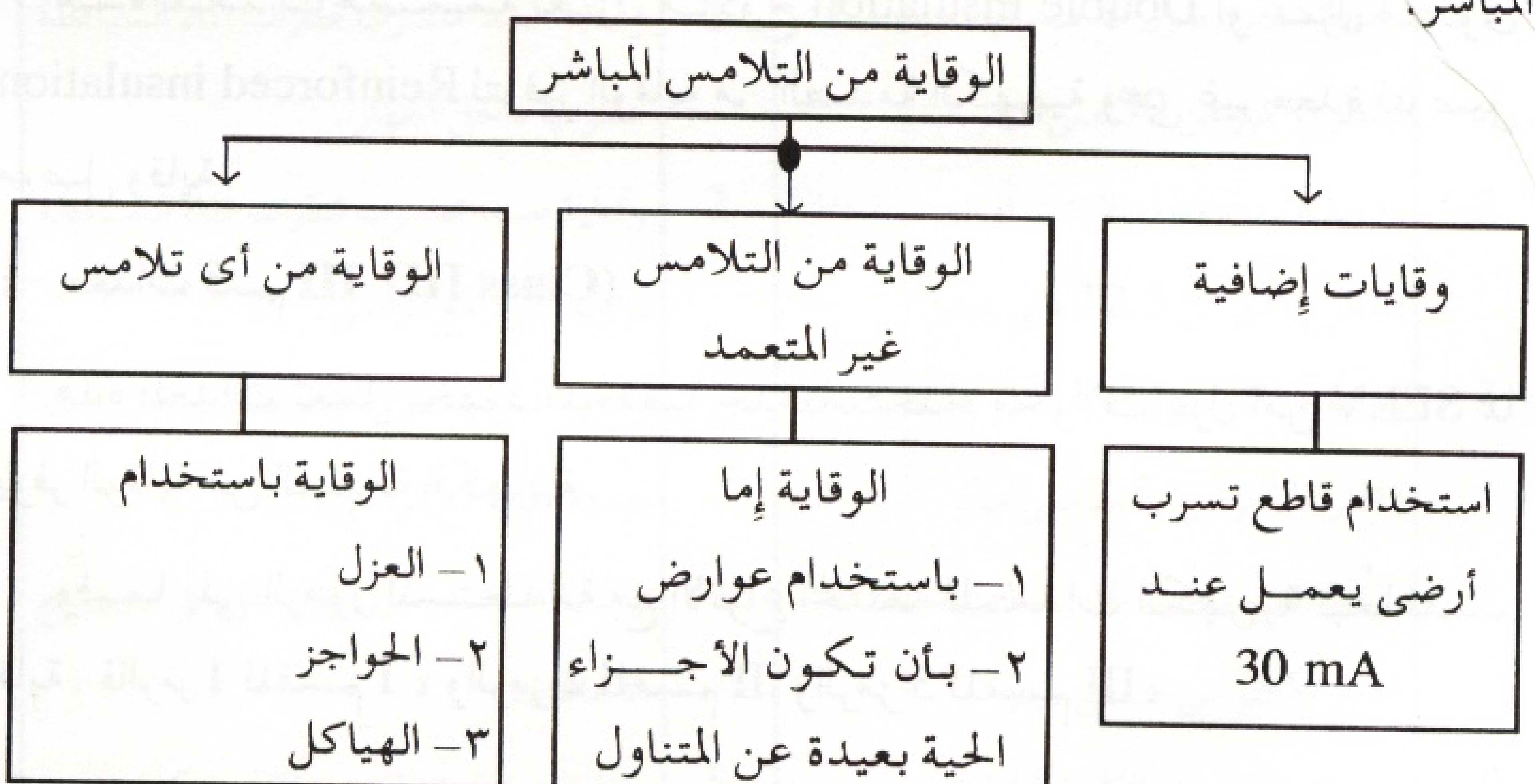
فالشكل (أ، ب) يعرض تركيب الأجهزة ذات العزل المزدوج، والشكل (جـ) يعرض تركيب الأجهزة ذات العزل المقوى.



الشكل (٤-٦)

٤ / ٥- الوقاية من التلامس المباشر

الشكل (٤-٧) يبين المخطط الصندوقى لطرق الوقاية من التلامس المباشر.



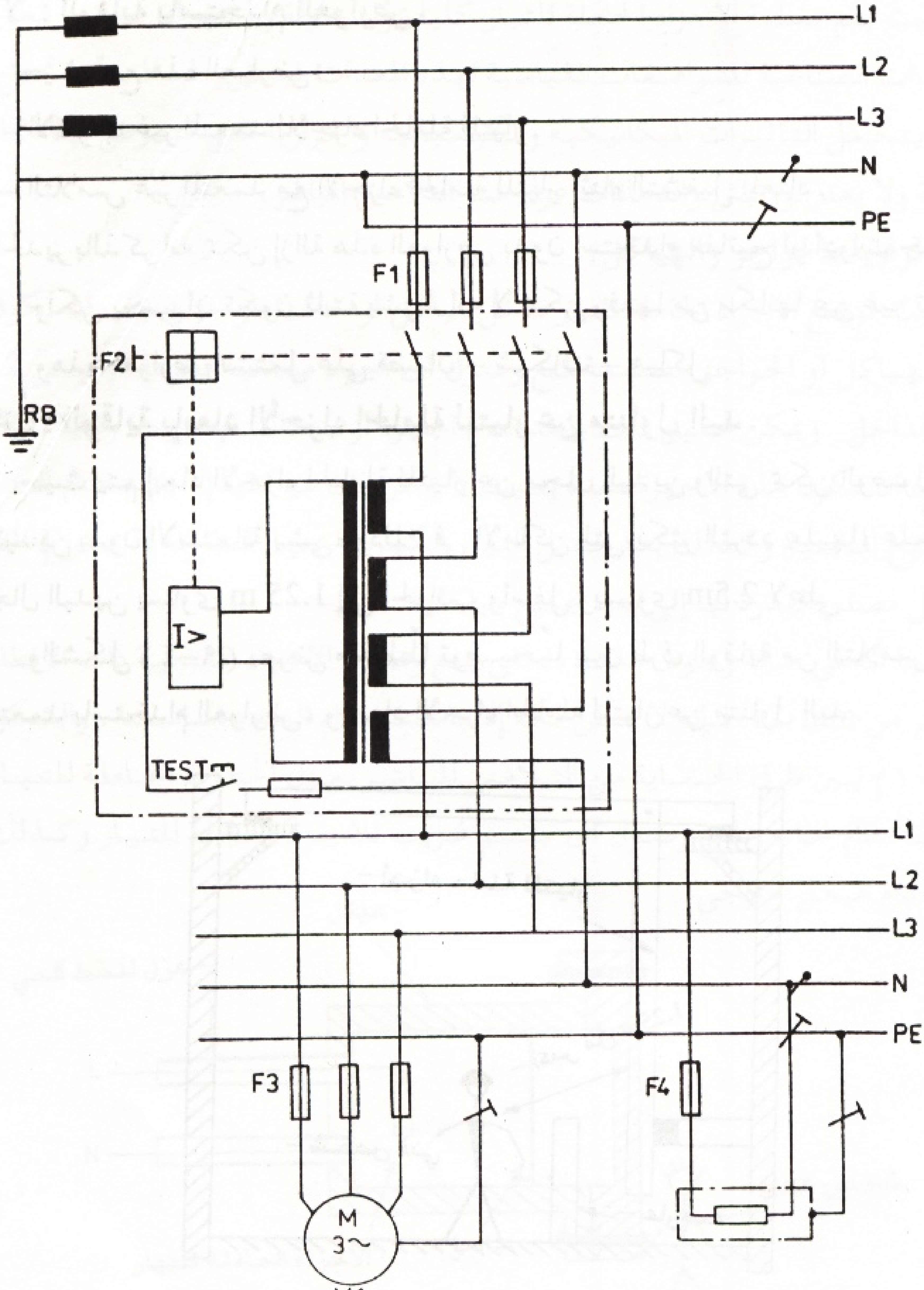
الشكل (٤-٧)

٤ / ٥ / ١- الوقاية الإضافية باستخدام جهاز الحماية من التسرب الأرضى

إن استخدام جهاز الحماية من التسرب الأرضى ELCB للوقاية من حدوث تسرب تيار يزيد عن 30 mA يعتبر وقاية. اضافية من التلامس المباشر.

والجدير بالذكر أن جهاز الحماية من التسرب الأرضى لا يحمى الأشخاص عند ملامستهم لوجهين معًا، ولكن يحمى الأشخاص عند ملامسة وجه واحد مع الأرض.

والشكل (٤–٨) يبين طريقة استخدام قاطع التسرب الأرضى ELCB للوقاية من التلامس المباشر فى نظام TNS. ولمزيد من التفصيل انظر الفقرة (٧/٧).



الشكل (٤–٨)

٤ / ٥ / ٢– الوقاية من التلامس غير المتعمد

هناك طريقتان للوقاية من التلامس غير المتعمد للأشخاص مع الأجزاء الحاملة للتيار الكهربى وذلك باستخدام العوارض أو بإبعاد الأجزاء الحاملة للتيار عن متناول اليد .

أولاً : الوقاية باستخدام العوارض.

حيث تمنع هذه العوارض :

١– الاقتراب غير المتعمد للأجزاء الحاملة للتيار.

٢– التلامس غير المتعمد مع الأجزاء الحاملة للتيار أثناء التشغيل المعتاد .

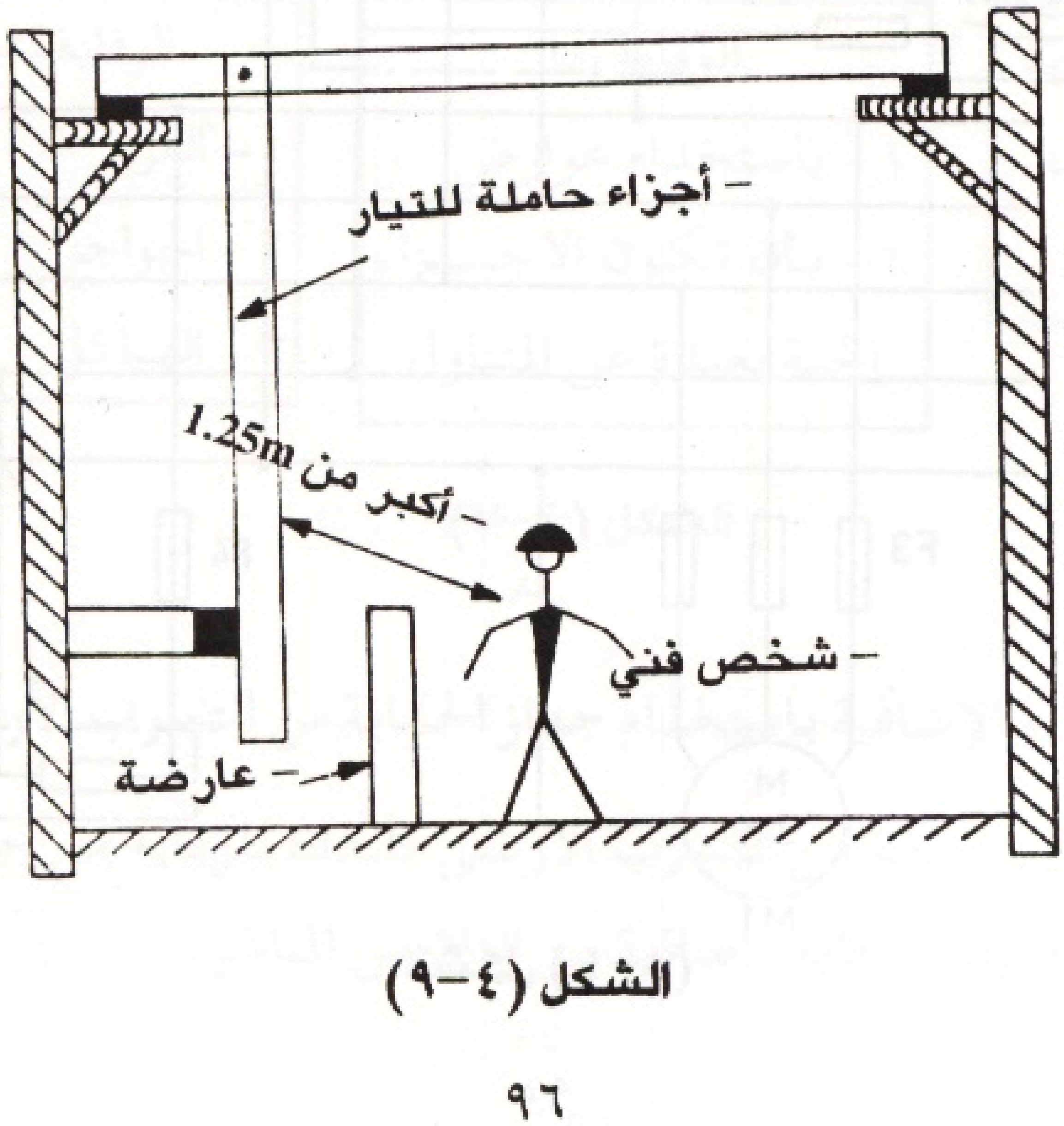
والجدير بالذكر أنه يمكن إزالة هذه العوارض بدون استخدام مفاتيح أو أدوات خاصة، ولكن يجب أن تكون ثابتة بشرط أنه لا يمكن رفعها من مكانها عن غير تعمد

وهذه العوارض تشتمل على قضبان – شبكات – هياكل.

ثانياً : الوقاية بإبعاد الأجزاء الحاملة للتيار عن متناول اليد .

حيث يتم إبعاد الأجزاء الحاملة للتيار عن مجال اليدين والتى يمكن الوصول إليه باليدين بدون الاستعانة بشىء وذلك فى الأماكن التى يكثر التردد عليها، علمًا بأن مجال اليدين يساوى 1.25 m إلى الجوانب وأسفل ويساوى 2.5m لأعلى .

والشكل (٤–٩) يعرض مخططًا توضيحيًا يبين طرق الوقاية من التلامس غير المتعمد باستخدام العوارض، وبإبعاد الأجزاء الحاملة للتيار عن متناول اليد .



الشكل (٤–٩)

٤ / ٥ / ٣– الوقاية من أى تلامس مباشر

هناك ثلاثة طرق للوقاية من أى تلامس مباشر وهم كما يلى :–

الوقاية باستخدام العزل أو الحواجز أو الهياكل

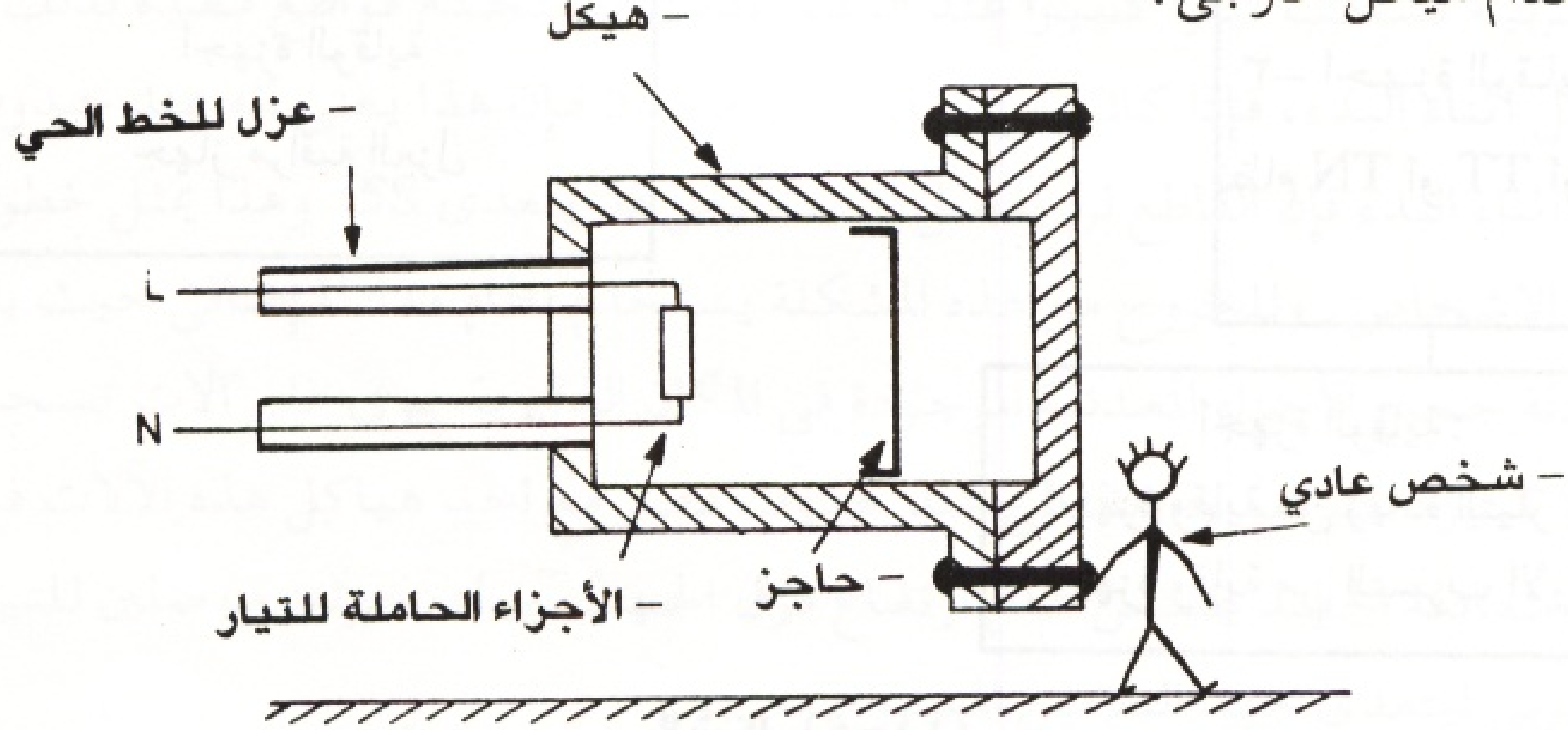
أولاً : الوقاية بعزل الأجزاء الحاملة للتيار

حيث يتم تغطية الأجزاء الحاملة للتيار كليًا بمواد عازلة ويجب أن يخضع العزل للمعدات الصناعية للمواصفات القياسية لهذه المعدات فبعض هذه المعدات تحتاج لعزل يتحمل التأثيرات الميكانيكية والكيميائية والحرارية التى تتعرض لها أثناء الخدمة ولا يعد الورنيش والدهانات عزل ضد التلامس المباشر.

ثانياً الوقاية بالحواجز والهياكل :

حيث توضع الأجزاء الحاملة للتيار داخل هياكل أو خلف حواجز ويجب أن تكون هذه الهياكل أو الحواجز مصممة لمنع وصول أى أجزاء معدنية قطرها أكبر من 12 mm للداخل ويمكن تحقيق ذلك باستخدام أجهزة أو معدات لها درجة وقاية IP2. ويجب أن تكون هذه الأجهزة معدة بحيث لا يمكن فك هياكلها إلا باستخدام العدد والمفاتيح المناسبة وكذلك بعد فصل التيار الكهربى عنها كما أنه لا يمكن إعادة توصيل مصدر القدرة لها إلى بعد تجميع هياكلها .

كما أنه فى حالة وجود حاجز داخلى يمنع وصول الأجزاء المعدنية ذات الأقطار الأكبر من 12 mm فإنه لا يمكن فكه إلا باستخدام العدد المناسبة . والشكل (٤–١٠) يبين طرق الحماية من التلامس المباشر بعزل الخطوط الحاملة للتيار وباستخدام حاجز لمنع وصول أى جسم غريب للأجزاء الحاملة للتيار وكذلك باستخدام هيكل خارجي .



الشكل (٤–١٠)

٤ / ٦ – الوقاية من التلامس غير المباشر

يقصد بالتلامس غير المباشر هو تلامس الأشخاص لهياكل المعدات الكهربية أثناء حدوث انهيار داخلى فى العزل أدى إلى اتصال الأجزاء الحاملة للتيار الكهربى بالهياكل المعدنية الأمر الذى يمثل خطورة على الأشخاص إذا لم تتخذ الإجراءات الوقائية بعين الاعتبار. والشكل (٤–١١) يعرض مخططًا صندوقيا يعطى فكرة عامة عن طرق الوقاية من التلامس غير المباشر.



الشكل (٤–١١)

٤-٧ الوقاية من التلامس غير المباشر بدون فصل التيار الكهربى

يمكن توفير الوقاية من التلامس غير المباشر بدون فصل التيار الكهربى باستخدام أحد العناصر التالية.

١- معدات قسم II.

٢- نظام معادلة جهد إضافى.

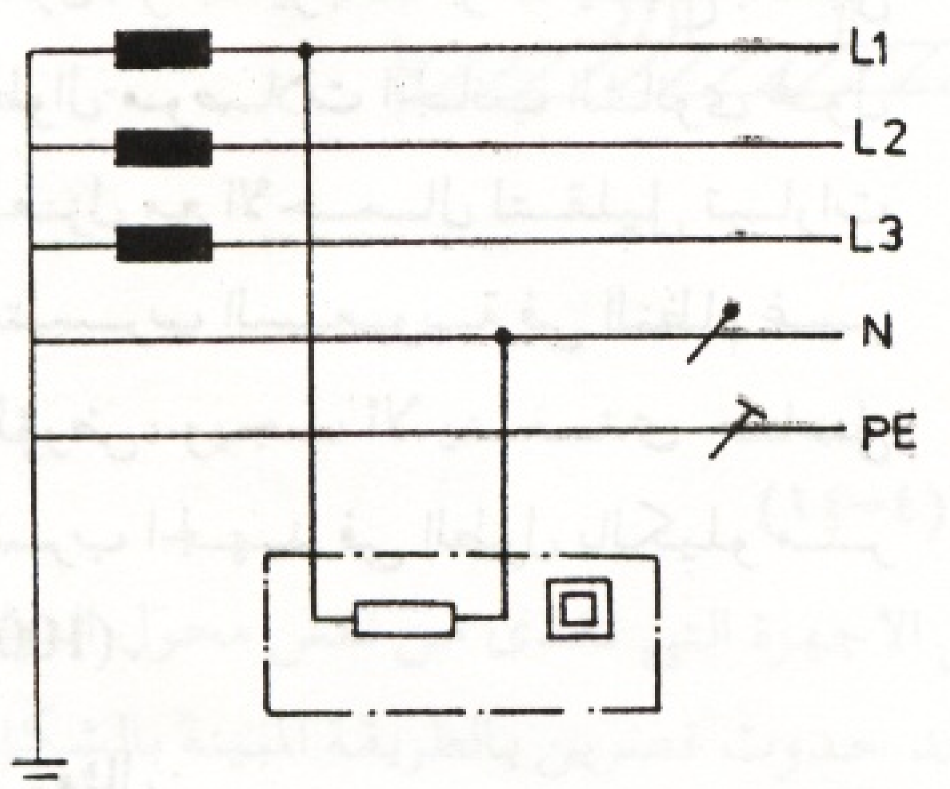
٣- محولات العزل.

أولاً: الوقاية باستخدام معدات قسم II

الشكل (٤-١٢) يبين طريقة توصيل معدة قسم II مع المصدر الكهربى.

ويلاحظ أن خط الوقاية PE لم يوصل مع غلاف هذه المعدة وهذا هو المتبع مع هذه المعدات.

والجدير بالذكر أن هذه المعدات تكون مزودة بعزل مزدوج أو عزل مقوى. ارجع للفقرة (٤/٤). علماً بأنه يجب اختبار العزل بين الأجزاء الحاملة للتيار وأغلفة هذه الأجهزة بجهد يصل إلى 4000V لمدة دقيقة.



الشكل (٤-١٢)

ثانيا: الوقاية باستخدام نظام معادلة إضافى

بعض الأحمال مثل: المحركات الكهربية تسحب تياراً كبيراً عند البدء؛ لذلك تستخدم قواطع معدة لذلك لا تفصل أثناء البدء، فإذا كان زمن البدء أكبر من 5S فإن هذا يعنى أنه عند حدوث خطأ أثناء البدء فإن القاطع لن يفصل إلا بعد زمن قد يتعدى 5S، وهذا يمثل خطورة على الأشخاص. وللخروج من هذه المشكلة يستخدم نظام معادلة إضافى حيث يتم معادلة جميع الأجزاء المعدنية الموجودة فى المكان الذى يحتوى على آلات تسحب تياراً كبيراً عند البدء، وبالتالى عند حدوث قصر مع أحد هياكل هذه الآلات فإن نظام معادلة الجهد يضمن عدم ارتفاع فرق الجهد بين أى جزئين موصلين للتيار الكهربى ليتعدى جهد التلامس المسموح به.

وتتحقق المعادلة 4.1

$$RIa \le Uc \rightarrow 4.1$$

حيث إن

R المقاومة بين أى جزئين معدنيين يمكن لمسهم فى نفس الوقت

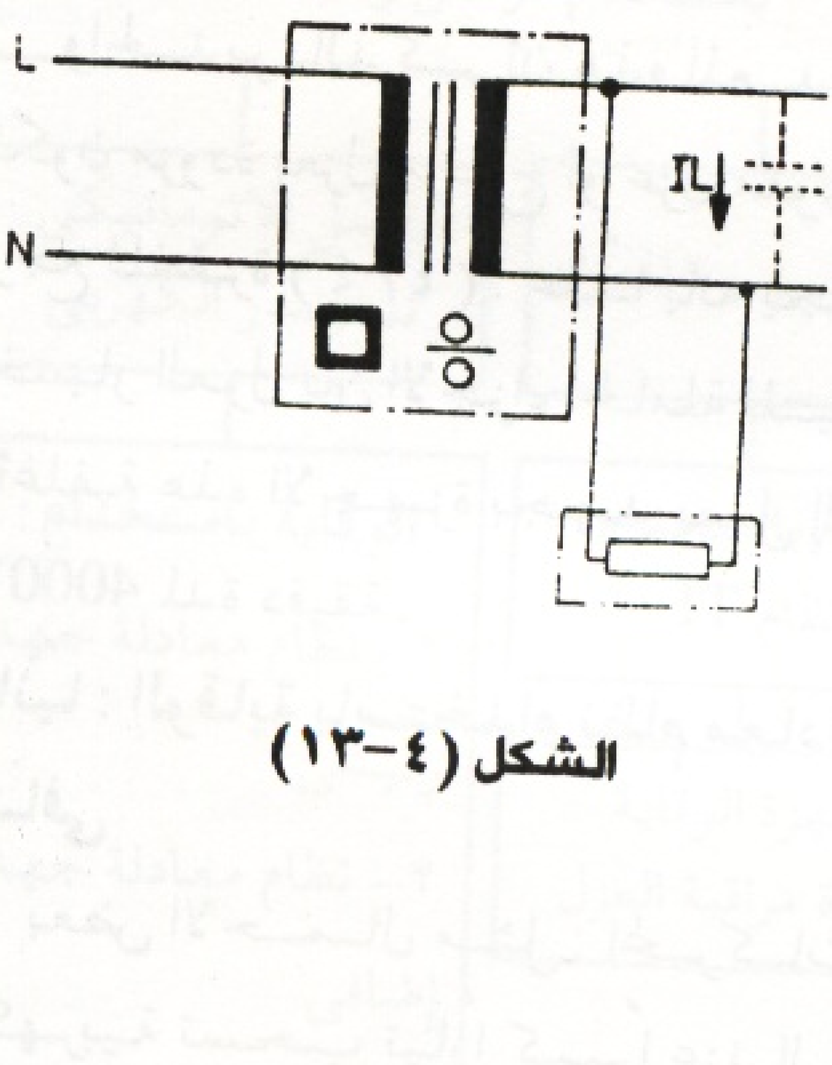
Ia التيار اللازم لفصل أجهزة الحماية فى نظام TN

Uc جهد التلامس المسموح به وهو أقل من (50Vac)

والشكل (٤-١٩) يبين طريقة تنفيذ نظام معادلة جهد إضافى .

ثالثًا : الوقاية باستخدام محولات العزل

الشكل (٤-١٣) يبين طريقة الوقاية من التلامس غير المباشر باستخدام محول العزل . والجدير بالذكر أنه ينصح بتقليل أطوال موصلات الجانب الثانوى لمحول العزل مع الأحمال لتقليل تيارات التسرب السعوية فى النظام غير المؤرض، ويجب ألا يتعدى حاصل ضرب الجهد فى الطول بالكيلو متر (100) .



الشكل (٤-١٣)

مثال :

إذا كان

$$U= 220v$$

$$L = 45\ m$$

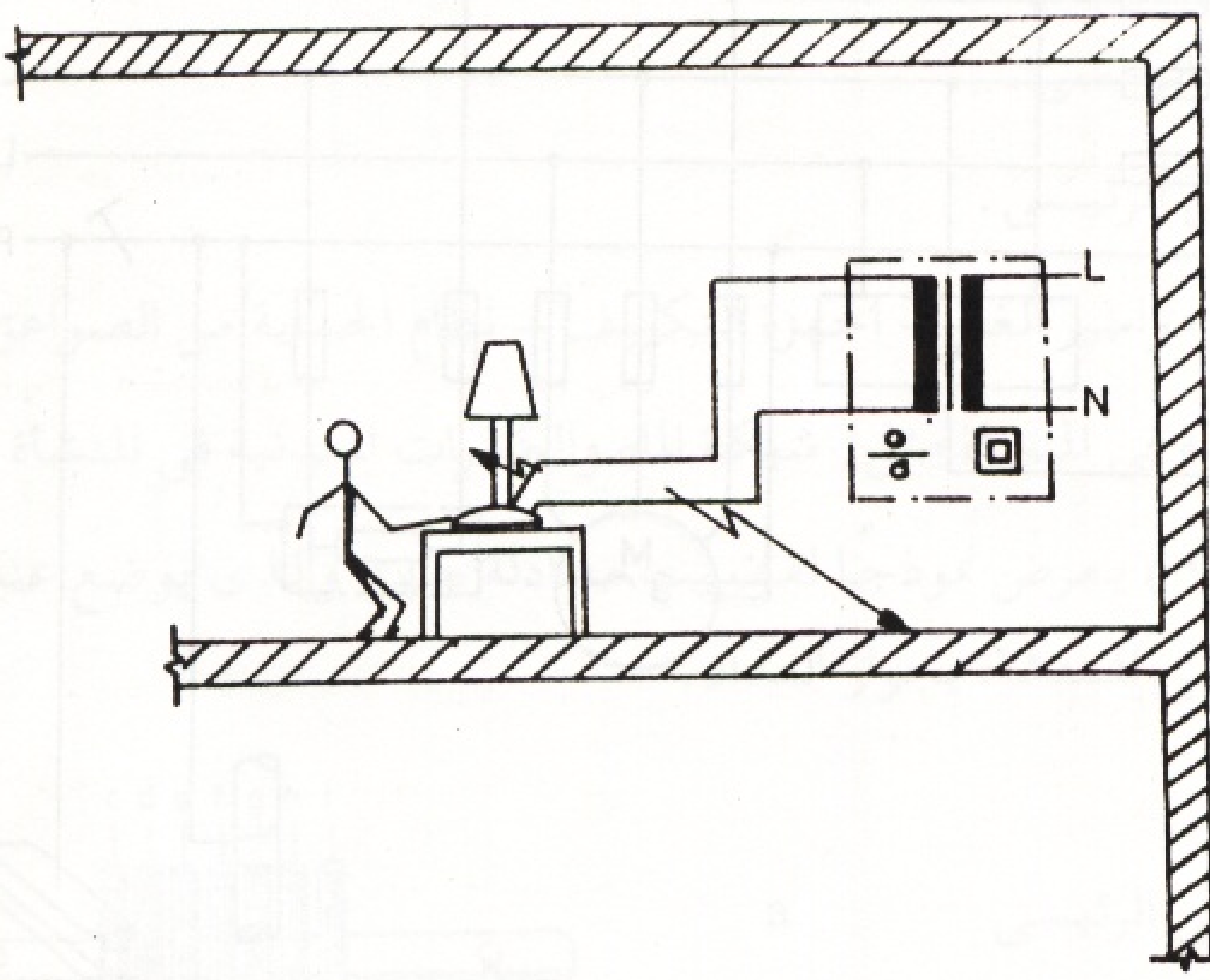
فإن

$$L.U = \frac{45}{1000} x\ 220 = 99$$

أى أن حاصل ضرب الطول فى الجهد أقل من 100 ، وهذا يدل على عدم تشكل خطورة من تيارات التسرب .

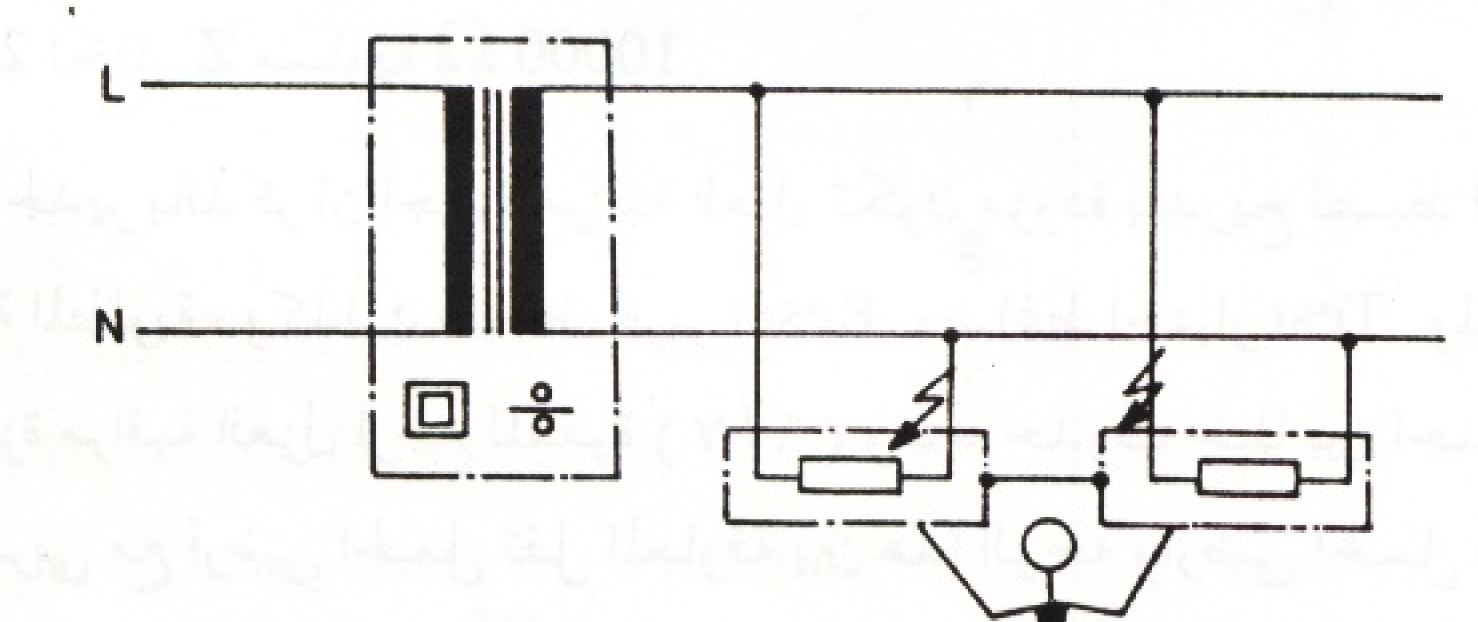
والجدير بالذكر أنه فى حالة استخدام محولات عزل لتغذية أحمال محاطة بوسط

معدنى موصل للتيار الكهربى ينصح بتوصيل هياكل هذه الأحمال مع هذا الوسط بالطريقة المبينة بالشكل (٤-١٤). ففى حالة حدوث قصرين بالطريقة الموضحة فى الشكل نفسه فإن التيار سيمر بين الجهاز والوسط المعدنى المحيط ولا يؤثر على الإنسان.



الشكل (٤-١٤)

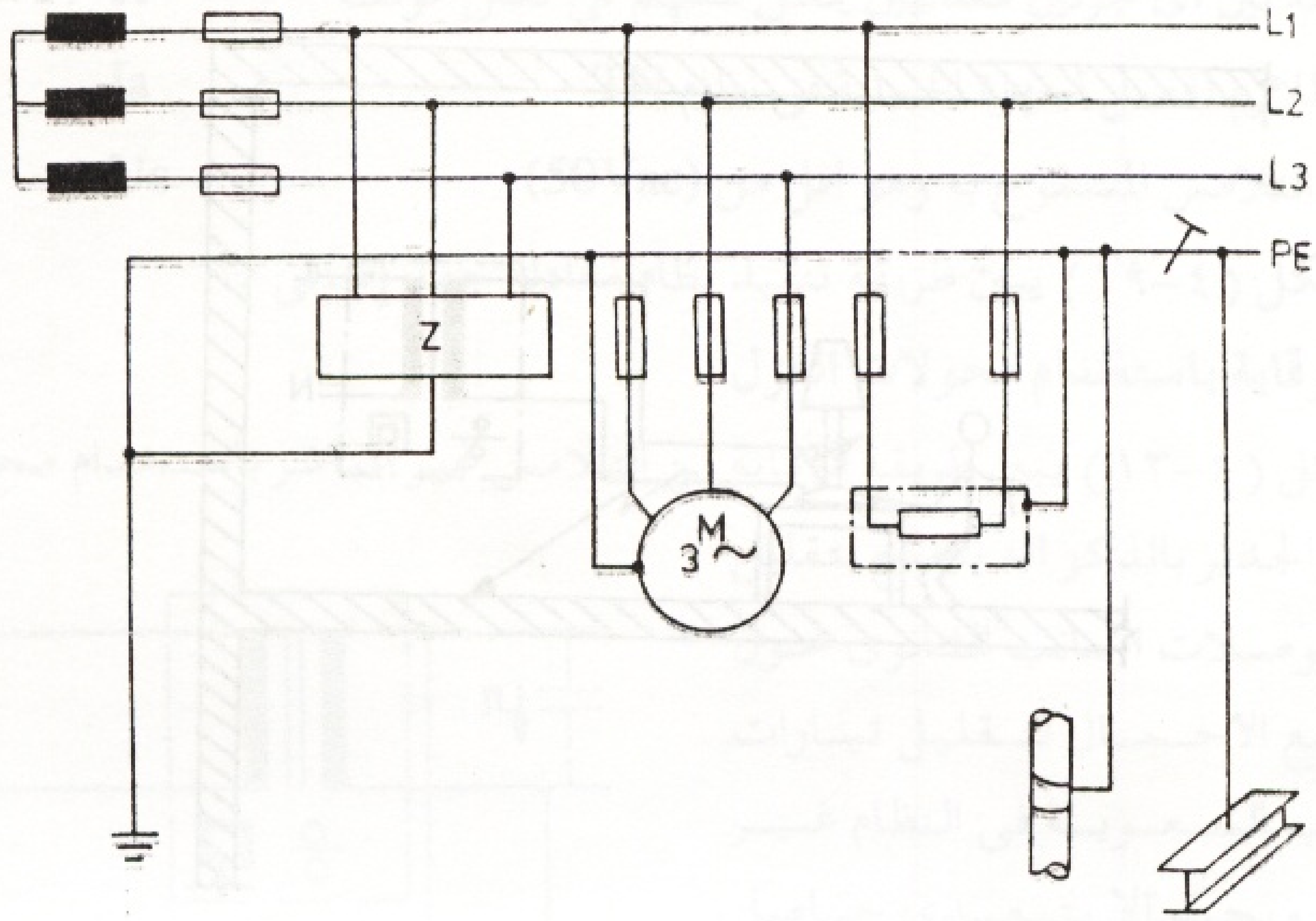
ونشير أيضاً إلى ضرورة توصيل هياكل الأجهزة التى تغذى من نفس محول العزل لمنع حدوث صدمة كهربية للأشخاص عند حدوث قصرين بالطريقة المبينة بالشكل (٤-١٥).



الشكل (٤-١٥)

٤ / ٨- الوقاية من التلامس غير المباشر بالمراقبة المستمرة للعزل

الشكل (٤-١٦) يبين طريقة توصيل جهاز مراقبة عزل فى نظام IT لمراقبة التسرب الأرضى .



الشكل (٤-١٦)

وعادة تختار المعاوقة الداخلية Z لجهاز مراقبة العزل بحيث يكون تيار الخطأ الأول صغيراً جداً وعادة تساوى (50:60U) حيث U هو جهد الوجه، فإذا كان جهد الوجه 220V تختار Z مساوية $10000\ \Omega$.

والجدير بالذكر أن أجهزة مراقبة العزل تكون مزودة بتدريج لضبط المعاوقة Z عند القيمة المطلوبة، وكذلك ضاغط تحرير Reset وضاغط اختبار Test . ولمعرفة المزيد عن أجهزة مراقبة العزل ارجع للفقرة (٧ / ٩) وعند حدوث خطأ بين أحد أوجه المصدر الكهربى مع أرضي الحمل تقل المعاوقة بين هذا الوجه وأرضى الحمل فيصدر جهاز المراقبة صوت إنذار لتنبيه المشغلين لاستدعاء فريق الصيانة لعمل اللازم علماً بأن النظام يستمر فى الخدمة إلى أن يحدث قصرين مع وجهين مختلفين مع الأرضى، فى هذه الحالة تفصل مصهرات الحماية .

٤ / ٩- الوقاية باستخدام نظام معادلة الجهد الرئيسى والإضافى

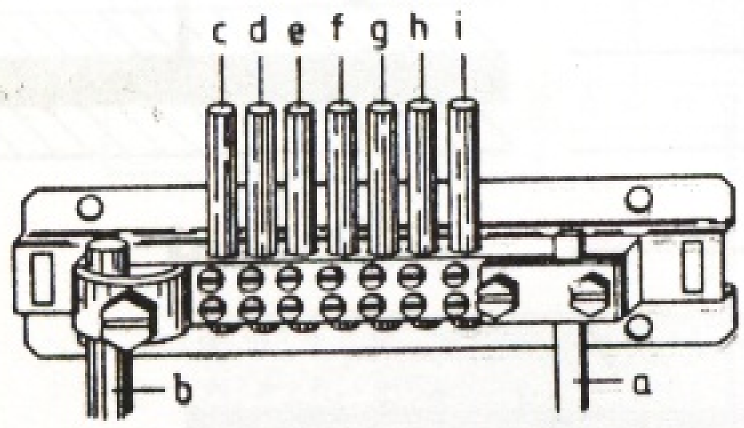
فى كل مبنى أو منشأة يجب استخدام قضيب معادلة الجهد Equipotential bar عند مدخل المصدر الكهربى لتوصيل الأجزاء الموصلة وغير الحاملة للتيار الكهربى مثل:

- موصل الوقاية الرئيسى.
- موصل الأرضى الرئيسى.
- مواسير الماء - مواسير الغاز - أجهزة التكييف - نظام الحماية من الصواعق.
- الأجزاء المعدنية فى المنشأة مثل: شبكة الماء والكمرات المعدنية فى المنشأة.

والشكل (٤-١٧) يعرض نموذجًا لقضيب معادلة جهد والذى يوضع عند مدخل المصدر الكهربى للمنشأة بجوار العداد.

حيث إن:

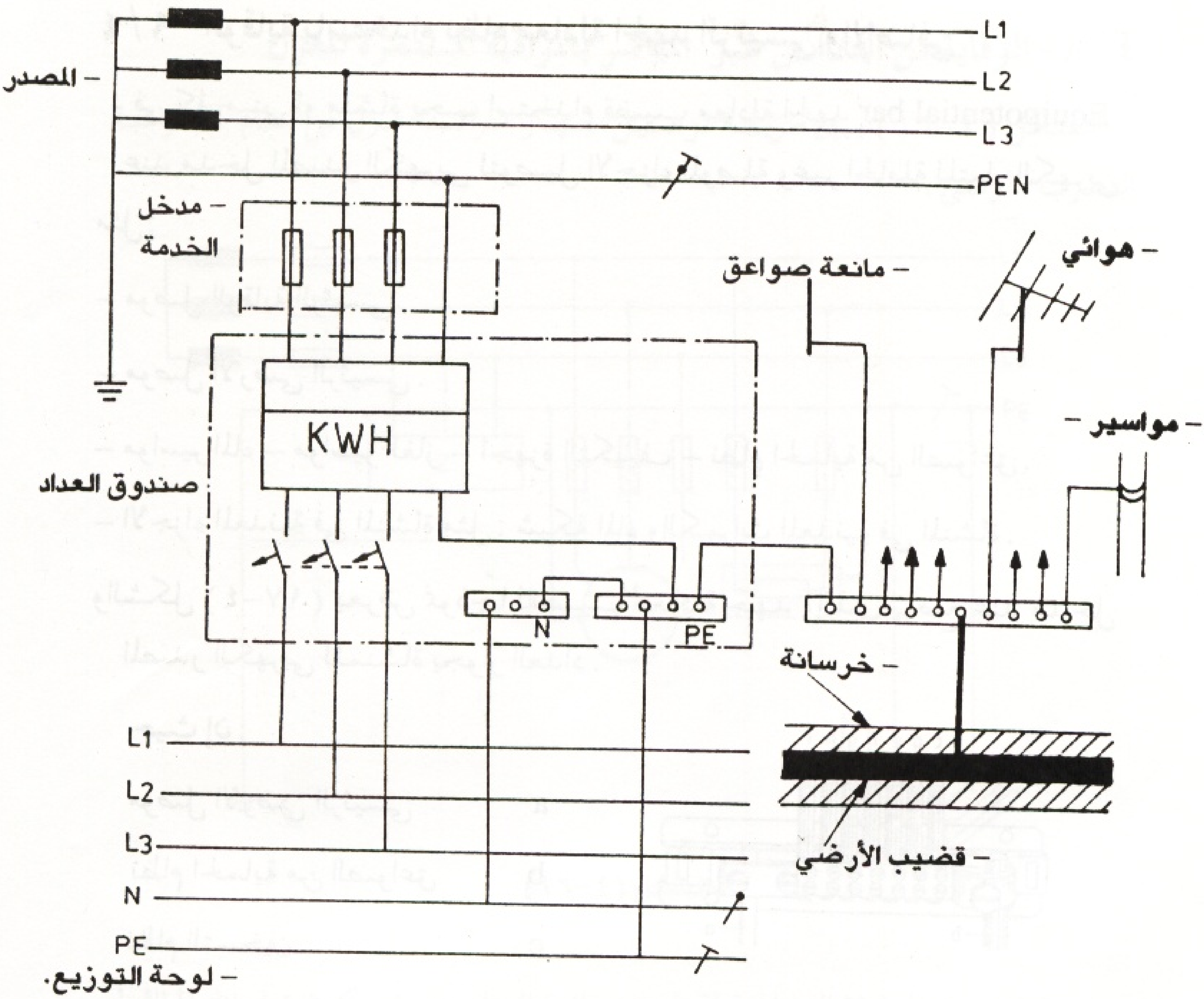
موصل الأرضي الرئيسى	a
نظام الحماية من الصواعق	b
نظام التسخين	c
موصل الوقاية الرئيسى	d
الكمرات المعدنية فى المنشأة	e
نظام الهاتف	f
الهوائيات	g
مواسير الغاز	h
مواسير الماء	i



الشكل (٤-١٧)

وعادة يوضع قضيب معادلة الجهد على ارتفاع 30 cm من الأرضى فى مدخل المنشأة بجوار صندوق المصهرات الرئيسية داخل غرفة الخدمة إن وجدت.

والشكل (٤-١٨) يوضح طريقة استخدام قضيب معادلة الجهد.



الشكل (٤-١٨)

ويعتبر نظام معادلة الجهد الرئيسى هام بالنسبة لنظام TN، وكذلك نظام IT ،فى حين أن نظام معادلة الجهد الرئيسى غير ضرورى لنظام TT وكذلك نظام IT إذا تم تأريض كل جهاز بمفرده.

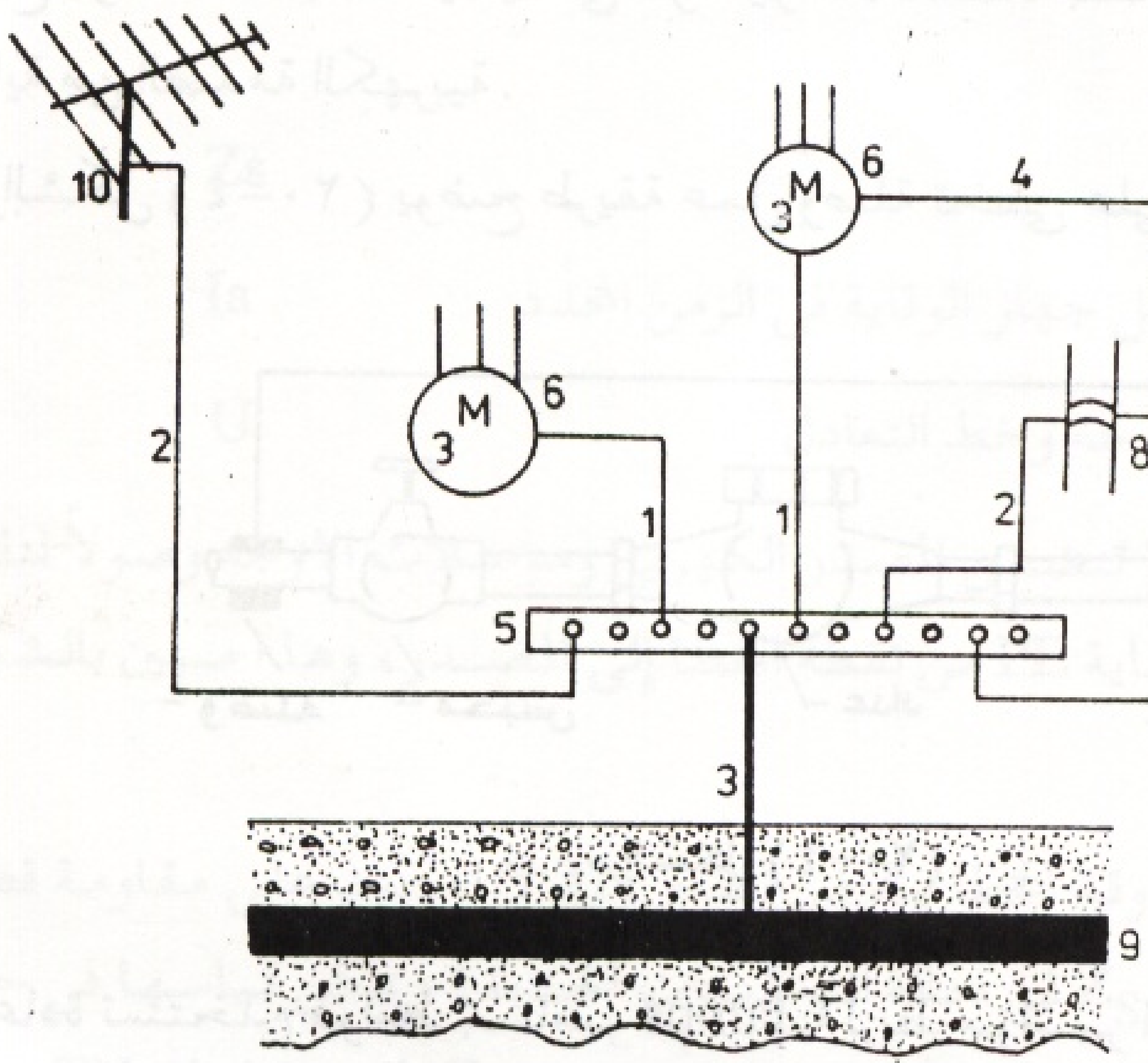
ويعمل نظام معادلة الجهد الرئيسى على تقليل جهد التلامس أثناء حدوث الأخطاء مما يوفر الوقاية للأشخاص من الصدمة الكهربية.

والجدير بالذكر أنه إذا لم يتحقق الفصل الأتوماتيكى للمصدر الكهربى باستخدام نظام معادلة الجهد الرئيسى عند حدوث خطأ يجب استخدام نظام معادلة جهد إضافى، ويمكن عمل ذلك بالنسبة لجزء من المنشأة على سبيل المثال: الحمامات وحمامات السباحة أو للمنشأة كلها.

وينصح بعمل نظام معادلة جهد إضافى فى أنظمة TN وأنظمة IT الطويلة والتى لها معاوقة مسار خطأ كبيرة لا تحقق فصل أجهزة الحماية فى زمن الفصل الآمن وهو 5S بحد أقصى .

أما الأحمال التى ينصح باستخدام نظام معادلة الجهد الإضافى معها هى المحركات الكهربية التى تسحب تيار بدء كبير لمدة زمنية أطول من 5S .

والشكل (٤-١٩) يوضح العلاقة بين نظام معادلة الجهد الرئيسى والإضافى .



الشكل (٤-١٩)

حيث أن :

موصل الوقاية PE	1
موصلات نظام معادلة الجهد الرئيسى	2
موصل الأرضى	3
موصلات نظام معادلة الجهد الإضافى	4
قضيب معادلة الجهد الرئيسى	5
الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربية	6

7 الأجزاء الموصلة والخطرة مثل الكمرات المعدنية

8 مواسير الماء

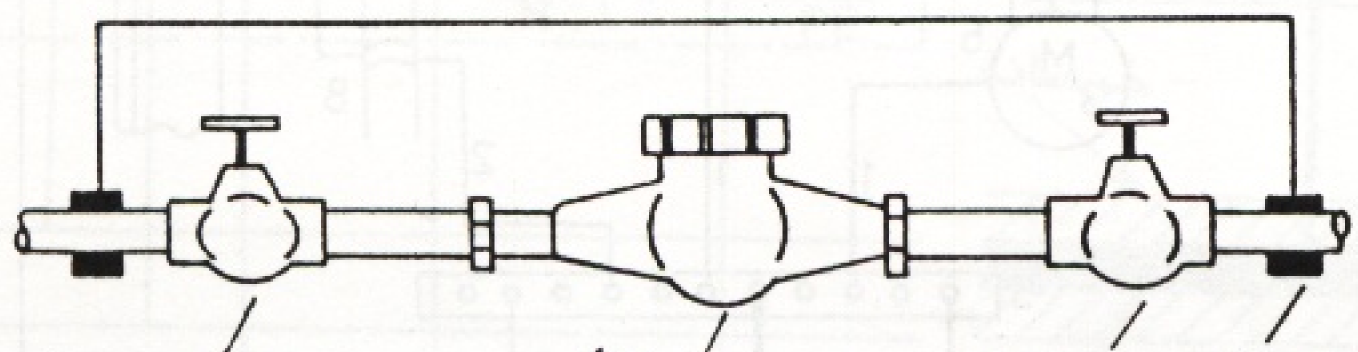
9 قطب أرض مدفون فى الخرسانة

10 هوائى التلفزيون

11 مانعة الصواعق

وتجدر الإشارة إلى أنه من الضرورى عمل وصلات تخطى لعدادات الماء وكذلك جميع الوصلات البلاستيكية فى مواسير الماء المتصلة بنظام معادلة الجهد الرئيسى للوقاية من الصدمة الكهربية.

والشكل (٤-٢٠) يوضح طريقة عمل وصلة تخطى على عداد ماء.



الشكل (٤-٢٠)

وعادة تستخدم قوامط بمسامير Clamps لربط مواسير الماء وهوائيات التلفزيون ومانعات الصواعق والكمرات المعدنية.. إلخ مع موصلات نظام معادلة الجهد الرئيسى والإضافى، مع مراعاة أن يكون معدن هذه القوامط يشابه معدن الأجزاء المطلوب ربطها، وفى حالة اختلاف معادن الأجزاء المطلوب ربطها يستخدم قوامط ثنائية المعدن.

كما أنه يجب اختيار شكل القوامط بما يتلائم مع الأجزاء المطلوب ربطها.

٤ / ١٠- الوقاية من التلامس غير المباشر باستخدام أجهزة الوقاية

يعتمد اختيار أجهزة الوقاية للوقاية من التلامس غير المباشر على نوع النظام IT أو TT أو TN. وفى الفقرات التالية سنتناول أجهزة الوقاية المستخدمة للوقاية من التلامس غير المباشر لكل نظام على حدة.

٤ / ١٠ / ١ - استخدام أجهزة الوقاية فى نظام TN

يجب اختيار كل من أجهزة الوقاية ومساحة مقطع الموصلات بحيث إنه عند حدوث قصر بمعاوقة مهملة فى أى مكان فى الدائرة بين أحد الأوجه وخط الوقاية PE أو أى هيكل يحدث فصل ذاتى لجهاز الوقاية فى الزمن المحدد ولتحقيق ذلك يجب تحقق المعادلة 4.1 .

$$Zs\ Ia \leq U \rightarrow 4.1$$

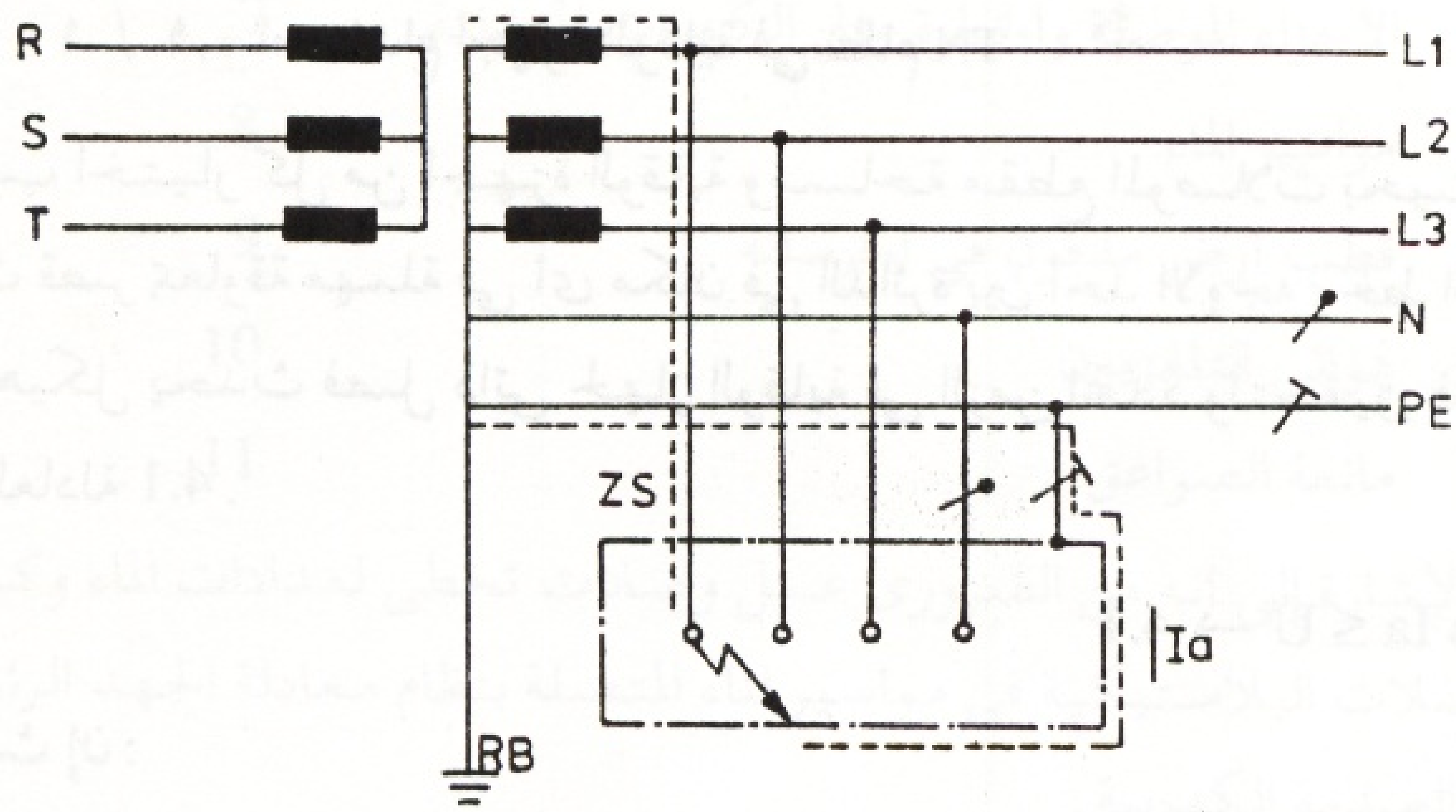
حيث إن :

معاوقة مسار الخطأ	Zs
التيار الذى يضمن فصل جهاز الوقاية فى الزمن المحدد	Ia
فرق الجهد بين أحد الأوجه وخط التعادل	U

أما معاوقة مسار الخطأ تتضمن المصدر الكهربى وموصلات الأوجه وصولاً لنقطة الخطأ، وكذلك خط الوقاية PE من نقطة الخطأ إلى المصدر، وهذا مبين بالشكل (٤-٢١) .

والجدير بالذكر أن معاوقة الخطأ Z_S فى نظام TN لا تعتمد على مقاومة قطب الأرضى . ويمكن حساب Z_S فى حالة التركيبات الجديدة ويمكن قياسها فى حالة التركيبات القديمة (ارجع للفقرة ١٠ / ٥) وفيما يلى قيم Z_S المحسوبة لنظام TN .

فى المناطق الريفية	600 mΩ
فى المدن	900 mΩ
فى المناطق الصناعية	10 mΩ



الشكل (٤-٢١)

وبخصوص زمن الفصل الأقصى المسموح به فإنه يساوى :

0.2S للدوائر التى تيارها 35 A والتى تغذى برايز

0.2S للدوائر التى تغذى معدات كهربية قسم I (Class I)

والتى تمسك باليد أو المعدات المحمولة .

5S لجميع الدوائر الأخرى .

وتستخدم أجهزة الوقاية التالية فى نظام TN

– أجهزة الوقاية من زيادة التيار قواطع – مصهرات .

– أجهزة الوقاية من التسرب الأرضى ELCB

وسوف نتناول أجهزة الوقاية بالتفصيل فى الباب السابع .

والجدير بالذكر أنه من شرط عمل أجهزة الوقاية من زيادة التيار **تحقق المعادلة 4.1** ومن شرط عمل أجهزة الوقاية من التسرب الأرضى **تحقق المعادلة 4.2** .

$$Z_S I_{\Delta N} \le U_c \rightarrow 4.2$$

حيث إن

معاوقة مسار الخطأ Z_S

تيار التسرب المقنن للقاطع $I_{\Delta N}$

أقصى جهد تلامس مسموح به ويساوى Uc

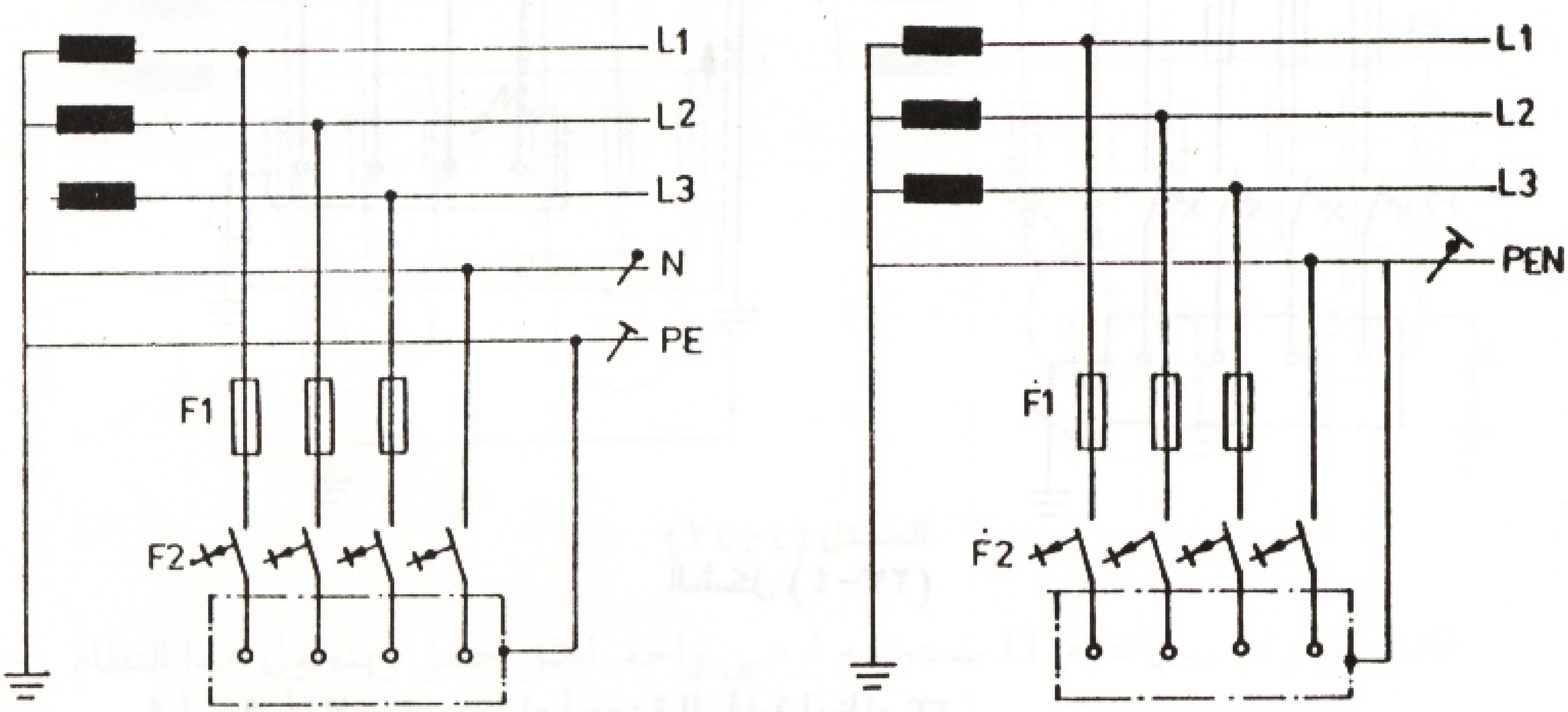
120 vdc أو 50Vac

والشكل (٤-٢٢) يبين طرق استخدام أجهزة الوقاية فى نظام TN-c (الشكل أ) ونظام TNCS (الشكل ب) .

حيث إن :

مصطهرات للوقاية من زيادة التيار F_1

قاطع تسرب أرضى F_2



الشكل (٤-٢٢)

٤ / ١٠ / ٢ - استخدام أجهزة الوقاية فى نظام TT

يجب اختيار كل من أجهزة الوقاية ومساحة مقطع الموصلات بحيث إنه عند حدوث قصر مع أحد الأوجه وخط الوقاية PE تتحقق المعادلة 4.3

$$Zs\ Ia \leq Uc \rightarrow 4.3$$

حيث إن :

معاوقة مسار الخطأ Zs

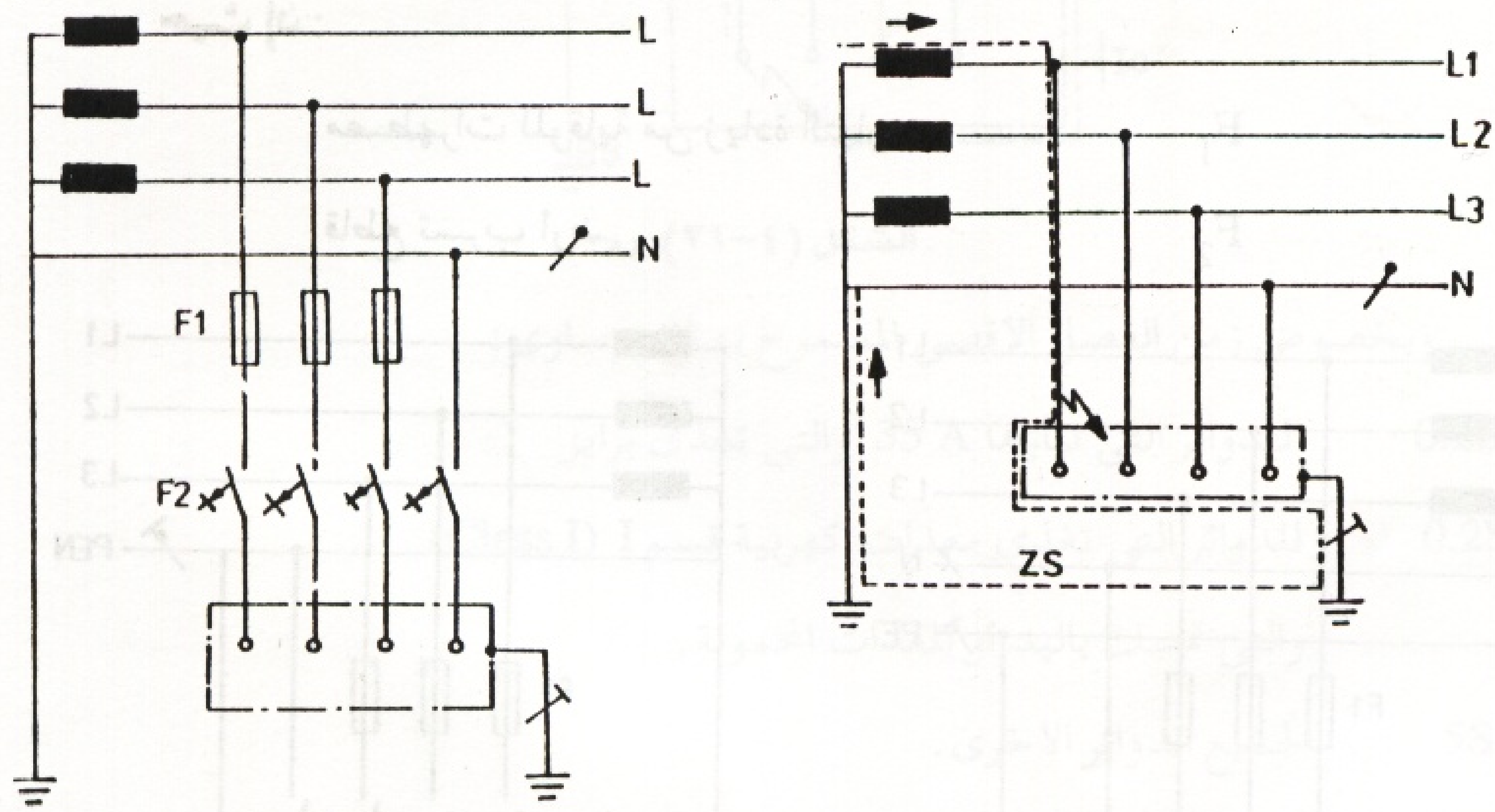
التيار الذى يضمن فصل جهاز الوقاية من زيادة التيار فى الزمن المحدد Ia

جهد التلامس المسموح به ويساوى (50Vac) Uc

وتحقق المعادلة 4.2 عند استخدام قاطع تسرب أرضى.

والشكل (٤–٢٣) يبين معاوقة مسار الخطأ Zs فى نظام TT (الشكل أ).

وكذلك طريقة استخدام أجهزة الوقاية مع نظام TT (الشكل ب).



الشكل (٤–٢٣)

٤ / ١٠ / ٣ – استخدام أجهزة الوقاية لنظام IT

يجب اختيار أجهزة الوقاية ومساحة مقطع الأسلاك بحيث إنه عند حدوث خطأين مع وجهين وخط الوقاية PE تحقق المعادلة 4.1، ويستخدم مع نظام IT أجهزة الوقاية والمراقبة التالية:

– أجهزة مراقبة العزل Insulation monitoring.

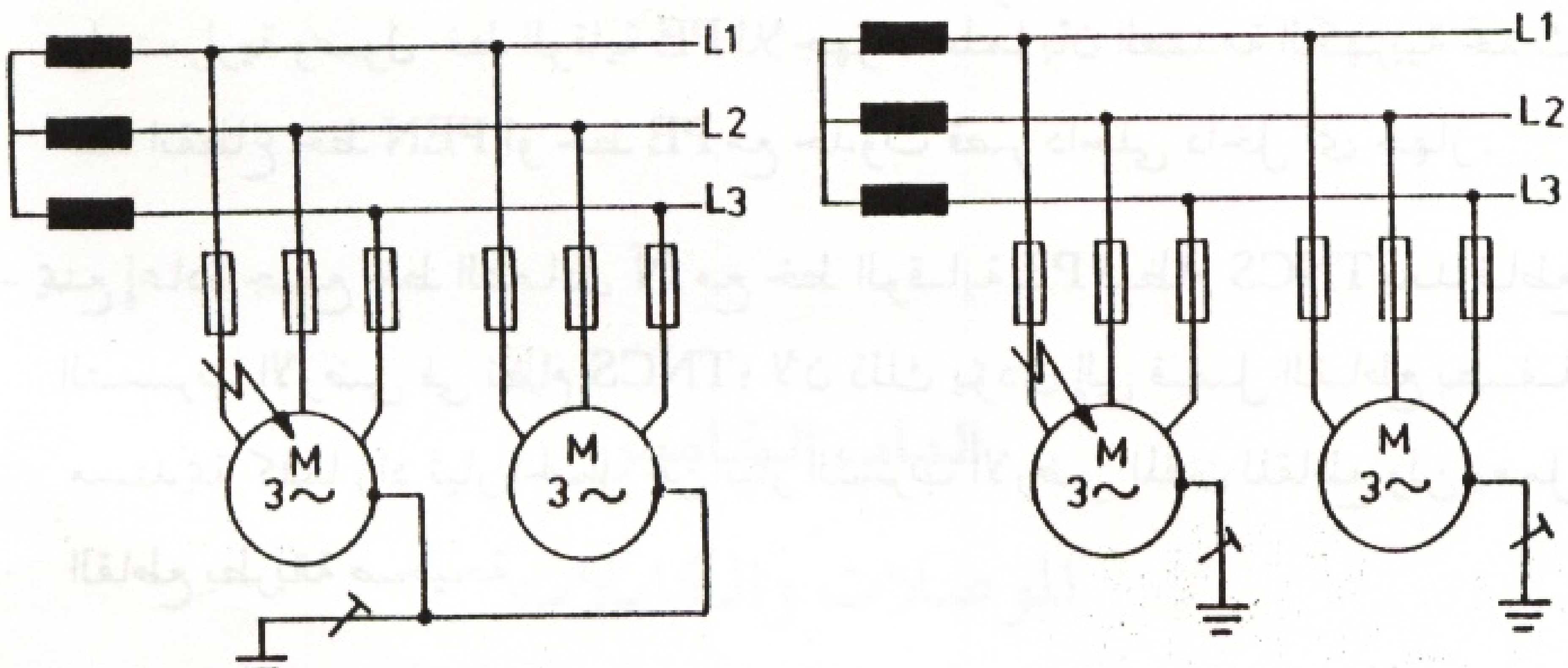
– أجهزة الوقاية من زيادة التيار.

– أجهزة الوقاية من التسرب الأرضى.

وفيما يلى أهم مميزات نظام IT:

عند حدوث خطأ أول فى النظام نتيجة لتلامس أحد الأوجه مع أرضى الحمل لا

يحدث انقطاع للتيار الكهربى ولكن يحدث انذار ضوئى وصوتى من جهاز مراقبة العزل (انظر الشكل ٤-١٦)، وفى هذه الحالة يعمل النظام كما لو كان نظام TN إذا كانت جميع الأجهزة مؤرضة بأرضى واحد، ويعمل النظام كنظام TT إذا كان كل جهاز أو كل مجموعة من الأجهزة مؤرضة بأرضى خاص ولن يحدث قطع للتيار الكهربى عن الحمل إلا بعد الخطأ الثانى. والشكل (٤-٢٤) يوضح ذلك علماً بأن جهاز مراقبة العزل غير مبين فى هذا الشكل.



الشكل (٤-٢٤)

فالشكل (أ) يبين نظام IT يستخدم أرضى واحد لكل حمل ويتحول هذا النظام لنظام TT عند الخطأ الأول.

والشكل (ب) يبين نظام IT يستخدم أرضى واحد لكل الأحمال ويتحول هذا النظام لنظام TN عند حدوث الخطأ الأول.

٤ / ١١ - ملاحظات تراعى للوقاية من التلامس المباشر وغير المباشر

١- التلامس المباشر لوجهين من أوجه المصدر الكهربى يؤدى لصدمة كهربية بلا شك ولا يستطيع أى جهاز حماية فصل التيار الكهربى فى هذه الحالة.

٢- التلامس المباشر لوجه وجزء موصل فى المبنى بسبب صدمة كهربية إذا لم يستخدم قاطع تسرب أرضى.

٣- التلامس المباشر لوجه يمثل خطورة فى حالة عدم استخدام قاطع تسرب أرضى وذلك إذا لم تكن درجة عزل الشخص عن الأرض عالية، لذلك ينصح بارتداء الفنيين أحذية عازلة.

٤- الخطورة المشكلة من ملامسة الهياكل غير المؤرضة تعتمد على مقدار عزل الإنسان عن الأرض، وتقل الخطورة إذا كان الشخص يرتدى حذاء عازل.

٥ - عند استخدام نظام TNCS أو TNC يجب التأكد من استمرارية خط PEN، واستمرارية وصول خط الوقاية PE للأجهزة، علماً بأن الصدمة الكهربية تحدث عند انقطاع خط PEN أو خط PE مع حدوث قصر داخلى داخل أى جهاز.

٦- يمنع إعادة جمع خط التعادل N مع خط الوقاية PE لنظام TNCS بعد قاطع التسرب الأرضى فى نظام TNCS؛ لأن ذلك يؤدى إلى فصل القاطع بصفة مستديمة كلما زاد تيار الحمل عن تيار التسرب الأرضى المقنن للقاطع ولن يعمل القاطع بطريقة صحيحة.

٧- عند استخدام نظام TT يجب التأكد من جودة أرضى الحمل لأن الأرضى غير الجيد للحمل يمثل خطورة حقيقية للأشخاص عند حدوث قصر داخلى لأحد الأحمال، ويمكن الخروج من هذه المشكلة باستخدام قاطع تسرب أرضى.

٨- فى نظامTT يمنع بتاتًا توصيل أرضى الحمل مع لوحة الخدمة الموجودة فى مدخل المنشأة لأنه يحتمل حدوث قصر لأرضى الحمل مع أحد الأوجه وهذه الحالة فى غاية الخطورة على الأشخاص.

٩- يجب استخدام أرضى جيد فى نظام IT للحمل لأن وجود أرضى سيء للحمل يمثل خطورة محققه للأشخاص.

١٠- يجب تأريض جميع الأجهزة التى يتم تغذيتها من نظام IT.

١١- عند استخدام محول ذاتى فى الدائرة يجب استخدام قاطع تسرب أرضى قبله.

الباب الخامس
الموصلات والكابلات

الموصلات والكابلات

٥ / ١ - الكابلات Wiring Cables

في هذا الباب سوف نركز على الكابلات المستخدمة في الجهود التي لا تتعدى 1KV والمستخدمة في التركيبات الكهربية والتي يطلق عليها Wiring Cables.

ويمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى :

١ - كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors.

٢ - كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables.

وتتكون كابلات الجهود المنخفضة التي تعمل عند جهود أقل من 1KV من:

١ - قلب معدني Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربي، ويكون إما مصمتاً أو من شعيرات، ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصليتهما العالية للتيار الكهربي.

٢ - العازل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدني من الوسط المحيط بالكابل، ويصنع العازل من أحد المواد العازلة. وهناك العديد من المواد العازلة المستخدمة مع كابلات الجهد المنخفض أهمها المواد البوليمرية Polymeric material.

٣ - الفرشة والغلاف المعدني والتدريع.

٥ / ١ / ١ - القلوب المعدنية

إن أهم المعادن في صناعة القلوب هي النحاس والألومنيوم.

أولاً: القلوب النحاسية

تستخدم القلوب النحاسية كقلب مصمت حتى مساحة مقطع $16mm^2$، وعادة يكون النحاس المستخدم في هذه الحالة من النوع المخمر حتى يكون طرياً، أما مساحات المقاطع الأكبر من $16mm^2$ فعادة تكون القلوب النحاسية مكونة من مجموعة من شعيرات النحاس المجدولة معاً فوق بعضها في طبقات. والغرض من

جدل موصلات النحاس هو إعطاؤها المرونة اللازمة للثنى، وكذلك زيادة قطر الموصل للاستفادة من ظاهرة القشرة الخارجية Skin effect للتيار المتردد، وهو مرور التيار المتردد في القشرة الخارحية من القلب.

والجدير بالذكر أن المقاومة النوعية للنحاس المخمر عند $20^{\circ}C$ هى $1.724 \times 10^{-8} \Omega.m$ والمقاومة النوعية للنحاس المصلد عند $20^{\circ}C$ هى $1.777 \times 10^{-8} \Omega.m$.

ثانيًا: قلوب الألومنيوم

يمتاز الألومنيوم عن النحاس في خفة الوزن ورخص الثمن؛ ولكن يعاب عليه مقاومته النوعية المرتفعة نسبيًا عن النحاس، فمثلاً: المقاومة النوعية للألومنيوم الطرى عند $20^{\circ}C$ هى $2.803 \times 10^{-8} \Omega.m$ الأمر الذى يلزم زيادة قطر قلوب الألومنيوم عن قلوب النحاس والتى لها نفس السعة التيارية.

وتتوفر قلوب ألومنيوم مصمتة تصل مساحتها إلى $300mm^2$ فى حين أن قلوب الألومنيوم المجدولة تصل إلى $1000mm^2$، وتمتاز قلوب الألومنيوم بمقاومتها العالية للتآكل داخل الأماكن المغلقة؛ ولكن يعاب عليها تعرضها للأكسدة بفعل العوامل الجوية، وتعمل طبقة الأكسدة على حماية الألومنيوم من التآكل ولكنها في نفس الوقت تسبب مشاكل عند عمل الوصلات وأطراف التوصيل.

٥ / ١ / ٢ - العوازل

أهم العوازل المستخدمة في عزل الكابلات في التركيبات الكهربية هى المواد البوليمرية وتنقسم هذه المواد إلى :

١ - اللدائن الحرارية Thermoplastics وهذه اللدائن تلين بالحرارة وتتصلد بالبرودة.

٢ - الجوامد الحرارية Thermosets وهذه المواد لاتلين بالحرارة حتى درجة تحللها.

أولا : اللدائن الحرارية

أهم أنواع اللدائن الحرارية المستخدمة فى صناعة الكابلات ما يلى:

أ - البولى فينيل كلورايد PVC وتعد من أكثر المواد العازلة استخدامًا، وتكون على

شكل مسحوق أبيض، وتتميز هذه المادة بأنها لا تتأثر بالزيوت المعدنية والعديد من المذيبات والقلويات والأحماض، وهي مادة غير قابلة للاشتعال؛ ويعاب عليها أنها تصبح مرنة عند درجات الحرارة الأكبر من $80^{\circ}C$ لذلك فإن الكابلات المعزولة بمادة PVC يجب منع ارتفاع درجة حرارتها عن $70^{\circ}C$.

ب – البولى إيثيلين PE وله خواص كهربية أقل من PVC ويستخدم كعازل على نطاق ضيق، وهو يستخدم لعمل طبقة حماية الكابل, ويوجد منه نوعان الأول، منخفض الكثافة وأعلى درجة حرارة يتحملها $70^{\circ}C$ والثانى: عالى الكثافة وأعلى درجة حرارة يتحملها $115^{\circ}C$.

ثانياً: الجوامد الحرارية

أهم أنواع الجوامد الحرارية المستخدمة فى صناعة الكابلات ما يلى:

أ – المطاط Rubber: وهناك نوعان من المطاط: مطاط طبيعى مستخرج من الأشجار ويستخدم على نطاق ضيق في العزل لأن أقصى درجة حرارة تشغيل له $60^{\circ}C$، ومطاط صناعى يسمى بمطاط البوتيل Butyl ويتميز بمقاومته للزيوت والشحوم، لذلك تصنع منه عوازل كابلات السفن وإن كان هذا المطاط لا يستخدم فى صورته النقية؛ حيث يضاف عليه بعض الإضافات للتحسين من خواصه مثل: مطاط الإيثيلين بروبلين EPR والذى له خواص كهربية جيدة عدا أنه قابل للاشتعال، لذلك تحتاج الكابلات ذات عوازل مطاط الإيثيلين بروبلين لحماية خارجية وتصل درجة الحرارة القصوى لمطاط EPR لدرحة $90^{\circ}C$.

ب – البولى ايثيلين التشابكي XLPE: وتعد هذه المادة من أشهر الجوامد الحرارية المستخدمة في عوازل الكابلات، ويتحمل XLPE درجات حرارة تصل إلى $90^{\circ}C$ كما أنه يتحمل درجات الحرارة التي تنتج عند القصر والتى تصل إلى $250^{\circ}C$ لفترة زمنية قصيرة.

وعادة يستخدم XLPE كعازل للكابلات التي تعمل عند الجهود التى تزيد عن 66KV إلا إنه يستخدم أيضا كعازل للكابلات التى تعمل عند الجهود الأقل من 1KV وبالطبع هذا يؤدى لزيادة سعر الكابل؛ إلا إنه مفيد جداً في بعض

الاستخدامات. ويعاب على عوازل XLPE قساوتها الأمر الذى يؤدى لصعوبة ثنيها وتداولها في المسارات الضيقة.

٥ / ١ / ٣ - الفرشة والغلاف المعدنى والتدريع

أولاً: الفرشة

تقوم الفرشة بإعطاء الكابل الشكل المستدير وهى تصنع من مواد عازلة مثل PVC, PE, EPR، وتحيط الفرشة طبقه العزل للكابل.

ثانيًا: الغلاف المعدنى

عادة يستخدم الغلاف المعدنى مع الكابلات التى تعمل عند جهود أعلى من 1KV وهو يعمل على حمل تيار الخطأ الأرضى للكابل أثناء حدوث خطأ أرضى، ويصنع الغلاف المعدنى عادة من الرصاص، ويحيط الغلاف المعدنى طبقة الفرشة للكابل.

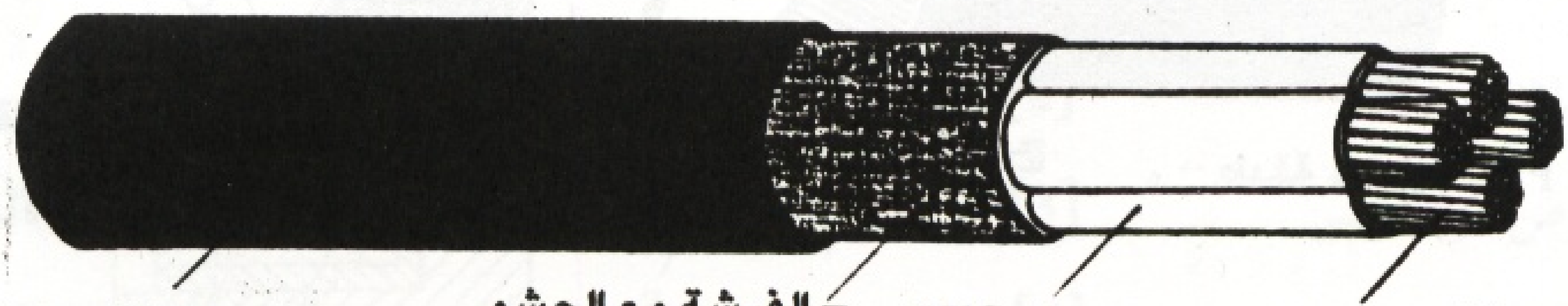
ثالثًا: التدريع

توضع طبقة تدريع علي الكابلات لتوفير الحماية الميكانيكية للكابل، إلى جانب ذلك فإنها تحمل تيارات الخطأ تمامًا مثل الغلاف المعدنى، وهى تصنع من شرائط من الصلب الطرى بسمك (0.5 : 0.8mm)أو أسلاك من الصلب المجلفن.

٥ / ١ / ٤ - طبقة الحماية الخارجية

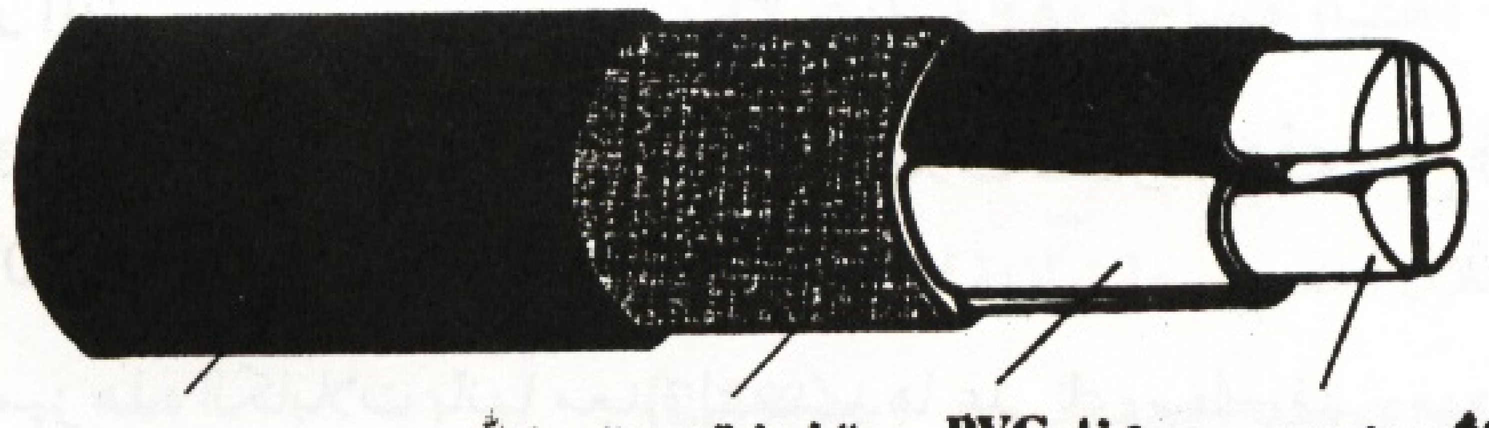
تستخدم طبقة الحماية الخارجية لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة الخارجية، وتصنع طبقة الحماية من طبقة من PVC والذى يتميز بخواص كيميائية جيدة ومقاومته للمواد العضوية الموجودة في التربة إلا أن المحاليل الهيدروكربونية تدمر عوازل PVC لذلك ينصح بتجنب تمديد كابلات PVC فى الأماكن التى يوجد بها هذه المحاليل، وعند الحاجة لمادة قاسية لطبقة الحماية الخارجية تستخدم مادة البولى ايثلين عالية الكثافة HPDE وهى أحد أنواع اللدائن الحرارية التى تتلدن عند درجات حرارة أعلى من $115^{\circ}C$ ويعاب على هذه المادة صلادتها التى تعوق عملية ثنيها.

والشكل (٥ – ١) يعرض نموذجًا لكابل بأربعة قلوب مجدولة وبعزل وبطبقة حماية خارجية مصنوعين من PVC



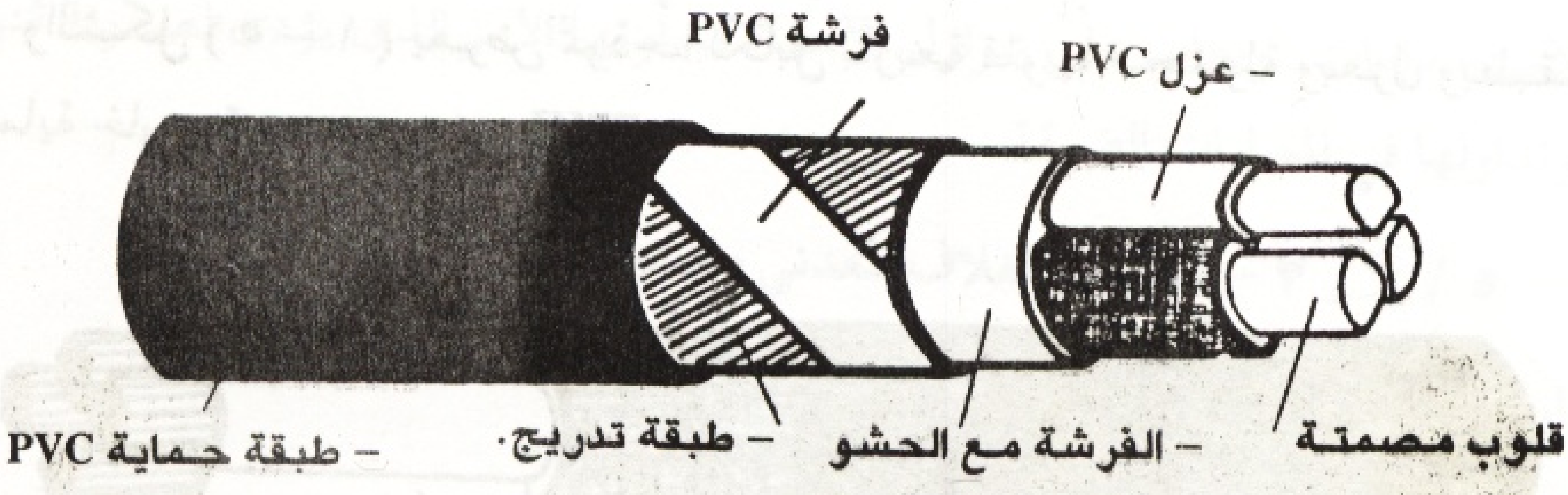
الشكل (٥ – ١)

والشكل (٥ – ٢) يعرض نموذجًا آخر لكابل بأربعة قلوب مصمتة وبعزل وبطبقة حماية خارجية مصنوعة من PVC.



الشكل ٥ – ٢

والشكل (٥ – ٣) يعرض نموذجًا آخر لكابل بثلاثة قلوب مصمتة وبعزل وبفرشة PVC، ومزود بطبقة تدريع من أسلاك من الصلب المجلفن وطبقة خدمة خارجية مصنوعة من PVC .



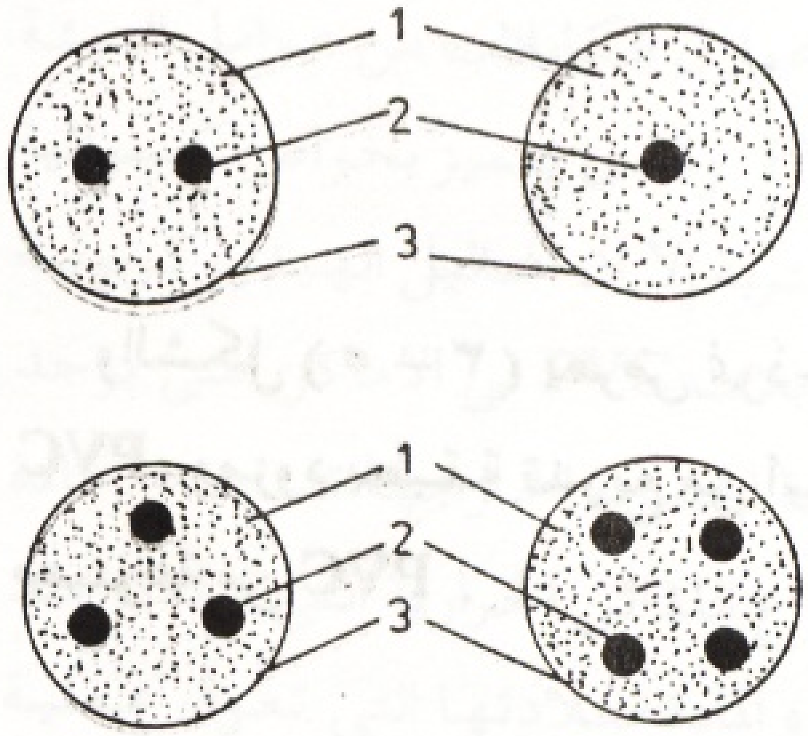
الشكل (٥ – ٣)

٥ / ٢ - الكابلات ذات العزل المعدنى Mineral - Insulated

تتكون هذه الكابلات من قلوب مصمتة موضوعة داخل أنبوبة من نفس معدن القلب، وتملأ هذه الأنبوبة بأكسيد الماغنسيوم والذى يتميز بعدم تأثره بارتفاع درجة الحرارة ولا بعامل التقادم، ولكنه يتأثر تأثراً بالغاً بالرطوبة لذلك عند تركيب الكابلات ذات العزل المعدنى يجب أخذ كافة الاحتياطات لمنع وصول الرطوبة للعزل (أكسيد الماغنسيوم).

والشكل (٥ – ٤) يبين عدة قطاعات لكابلات ذات عزل معدنى تعمل عند جهد 220V , 380V , 660V .

وتتميز هذه الكابلات بأنها معدة لتمديدها على أى سطح فهى مزودة بحماية ميكانيكية كما أنها لا تتأثر بدرجات الحرارة العالية ولا بالزيوت ولكن بعض الأحماض تسبب صدأ للكابلات، كما أنه يمكن استخدام طبقة الحماية الخارجية للكابل كموصل أرضى.



الشكل (٥ – ٤)

وفيما يلي محتويات الشكل (٥ – ٤):

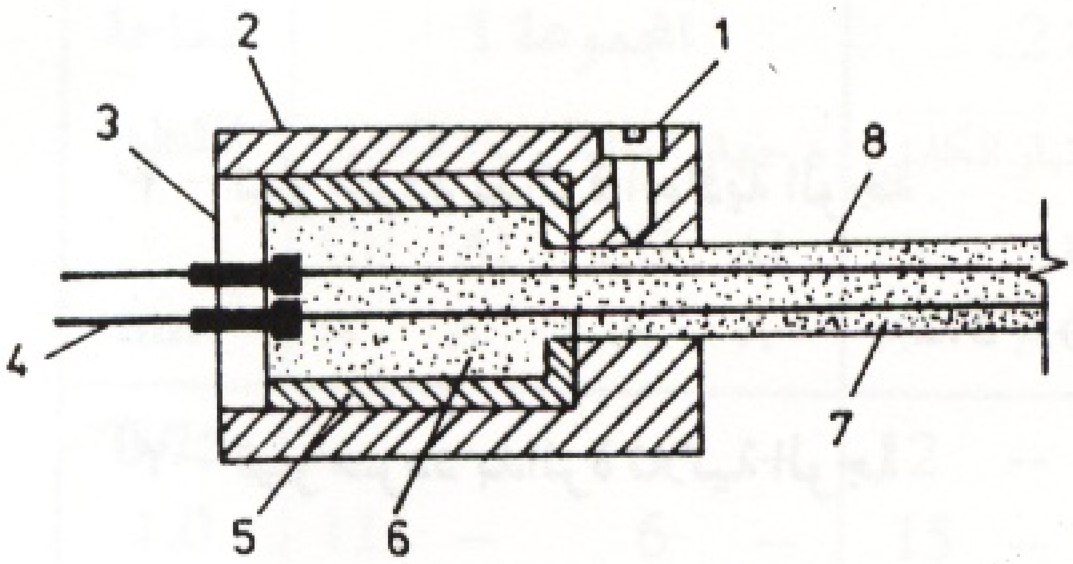
أكسيد الماغنسيوم ويعتبر مادة عازلة . [1]

قلب مصمت من النحاس [2]

طبقة حماية من النحاس أو الألومنيوم [3]

والشكل (٥ – ٥) يبين طريقة عمل أطراف نهايات للكابلات المعدنية .

حيث إن :



الشكل (٥ – ٥)

مسمار تثبيت [1]

جلانـــــد [2]

قرص من الفيبر [3]

أطراف توصيل [4]

صندوق معزول يربط [5]
مع نهاية الكابل

مادة عازلة (أكسيد الماغنسيوم) [6]

أكسيد الماغنسيوم [7]

طبقة خارجية من النحاس أو الألومنيوم [8]

٥ / ٣ – اختيار مساحة مقطع الموصلات

لاختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة تأخذ المتطلبات التالية بعين الاعتبار :

١ – استغلال أحسن سعة تيارية للكابل.

٢ – عدم تعدى فقد الجهد المسموح به(2.5%) .

٣ – عدم تعدى درجة حرارة الموصل المسموح بها عند القصر.

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التى تحقق المتطلب الأول، ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتأكد من صحة تحقق المتطلب الثانى والثالث.

٥ / ٣ / ١ – اختيار مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية

تعتمد شدة التيار المار في الكابل على نوع التيار (متردد– مستمر) ونوع الدائرة التى يستخدم فيها الكابل (أحادية الوجه – ثلاثية الوجه) والمعادلات , 5.2 , 5.1 5.3 تستخدم لتعيين شدة التيار.

١ - تيار مستمر

$$I = \frac{P}{U} \quad (A) \longrightarrow 5.1$$

٢ - تيار متردد بدائرة أحادية الوجة

$$I = \frac{P}{U \cos\phi} \quad (A) \longrightarrow 5.2$$

٣ - تيار متردد بدائرة ثلاثية الوجة

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\phi} \quad (A) \longrightarrow 5.3$$

حيث إن :

القدرة المسحوبة	(W)	P
شدة التيار المار	(A)	I
الجهد	(V)	U
معامل القدرة		Cosϕ

علمًا بأن I هو تيار الوجه في حالة الأحمال الأحادية الوجه وتيار الخط في حالة الأحمال الثلاثية الوجه، أما U هى جهد الوجه في حالة الأحمال الأحادية الوجه وجهد الخط في حالة الأحمال الثلاثية الوجه.

والجدول (٥ - ١) يعطى مساحة مقطع الموصلات تبعًا لتيار الحمل وطريقه التمديد عند درجة حرارة محيطة $30^{\circ}C$.

الجدول (٥ – ١)

مساحة المقطع mm²	المجموعة 1 تيار الكابل CU A	Al A	* جهاز الوقاية CU A	Al A	المجموعة 2 تيار الكابل CU A	Al A	* جهاز الوقاية CU A	Al A	المجموعة 3 تيار الكابل CU A	Al A	* جهاز الوقاية CU A	Al A
0.75	--	--	--	--	12	--	6	--	15	--	10	--
1.0	11	--	6	--	15	--	10	--	19	--	10	--
1.5	15	--	10	--	18	--	10**	--	24	--	20	--
2.5	20	15	16	10	26	20	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	34	27	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	44	35	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	61	48	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	82	64	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	108	85	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	135	105	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	168	132	125	100	198	155	160	125
70	165	--	125	--	207	163	160	125	245	193	200	160
95	197	--	160	--	250	197	200	160	292	230	250	200
120	235	--	200	--	292	230	250	200	344	268	315	200
150	--	--	--	--	335	263	250	200	391	310	315	250
185	--	--	--	--	382	301	315	250	448	353	400	315
240	--	--	--	--	453	357	400	315	528	414	400	315
300	--	--	--	--	504	409	400	315	608	479	500	400
400	--	--	--	--	--	--	--	--	726	569	630	500
500	--	--	--	--	--	--	--	--	830	649	630	500

حيث إن :

المجموعة 1 كابل أو عدة كابلات بقلب واحد ممدة داخل قناة.

المجموعة 2 كابلات متعددة القلوب مثل: كابلات PVC والكابلات المدرعة والكابلات المغلفة بالرصاص والكابلات الشريطية.

المجموعة 3 كابلات موضوعة في الهواء بعزل XLPE بحيث إن المسافة بين أى كابلين متجاورين لا تقل عن قطر إحداهما.

* عند استخدام أجهزة وقاية قابلة للمعايرة مثل قواطع المحركات يضبط القاطع على تيار التحميل للموصل.

** يمكن استخدام أجهزة حماية 16A مع الموصلات الثنائية القلب.

A1 ألومنيوم.

CU نحاس.

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام الجدول (٥ – ١) في تعيين قاطع الحماية المناسب لحماية الكابل.

والجدول (٥ – ٢) يعطى مساحة مقطع موصلات الوقاية PE الصغرى تبعاً لمساحة مقطع موصلات الأوجه وكذلك تبعاً لنوع الكابل المستخدم.

وهناك احتمالان :

١ – أن يكون موصل الوقاية هو أحد موصلات كابل متعدد القلوب.

وهناك نوعان من الكابلات هما: كابلات قدرة معزولة بثلاثة أو خمسة موصلات، مساحة، مقطع موصلات الأوجه بها ما بين ($0.5:185mm^2$)، أو كابلات بأربعة موصلات مساحة مقطع موصلات الأوجه بها ما بين ($1.5:400mm^2$).

٢ – أن يكون موصل الوقاية ممدداً بمفرده بدون حماية (على الأرض مباشرة) أو محمياً (ممدداً داخل مواسير أو قنوات).

الجدول (٥ - ٢)

موصل الوجه mm^2	موصلات وقاية أو موصل PEN (1)		موصل الوقاية ممدد بمفرده (3)		
	كابل قدرة معزول mm^2	كابلات بأربعة قلوب mm^2	محمي mm^2 Cu	Al	بدون حماية (2) mm^2 Cu
up to 0.5	0.5	--	2.5	4	4
0.75	0.75	--	2.5	4	4
1	1	--	2.5	4	4
1.5	1.5	1.5	2.5	4	4
2.5	2.5	2.5	2.5	4	4
4	4	4	4	4	4
6	6	6	6	6	6
10	10	10	10	10	10
16	16	16	16	16	16
25	16	16	16	16	16
35	16	16	16	16	16
50	25	25	25	25	25
70	35	35	35	35	35
95	50	50	50	50	50
120	70	70	50	50	50
150	70	70	50	50	50
185	95	95	50	50	50
240	--	120	50	50	50
300	--	150	50	50	50
400	--	185	50	50	50

حيث إن :

(1) تختار موصلات PEN لها مساحة مقطع أكبر من أو تساوى $10mm^2$ إذا كانت من النحاس، أو أكبر من أو تساوى $16mm^2$ إذا كانت من الألومنيوم .

(2) غير مسموح بتمديد موصلات الألومنيوم بدون حماية.

(3) عندما تكون مساحة مقطع موصلات الأوجه $95mm^2$ أو أكثر ينصح باستخدام موصلات غير معزولة للوقاية.

AL ألومنيوم.

Cu نحاس.

والجدول (٥ – ٣) يعطي معامل درجة الحرارة إذا كانت أكبر من $30\mathring{C}$، ويستخدم هذا الجدول بالنسبة للكابلات الممدة في الهواء.

الجدول (٥ – ٣)

درجة الحرارة المحيطة °C	العــــــزل			
	PVC	عزل XLPE أو عزل EPR	عــزل معدنــي: بغلاف وقاية PVC 70°C	عــزل معدنــي: بغلاف معدني 105°C
10	1.2	1.15	1.25	1.15
15	1.15	1.1	1.2	1.1
20	1.1	1.1	1.15	1.05
25	1.05	1.05	1.05	1.05
30	1	1	1	1
35	0.95	0.95	0.95	0.95
40	0.85	0.9	0.85	0.9
45	0.8	0.85	0.75	0.9
50	0.7	0.8	0.65	0.85
55	0.6	0.75	0.55	0.8
60	0.5	0.7	0.45	0.75
65	---	0.65	---	0.7
70	---	0.6	---	0.65
75	---	0.5	---	0.6
80	---	0.4	---	0.55
85	---	---	---	0.45
90	---	---	---	0.4
95	---	---	---	0.3

والجدول (٥ – ٤) يعطى معامل التضاعف تبعًا لطريقة التمديد وعدد الدوائر.

الجدول (٥ – ٤)

طريقه التمديد رقم	عدد الدوائر								
	1	2	3	4	6	9	12	15	20
1	1.00	0.80	0.70	0.70	0.55	0.50	0.45	0.40	0.40
2	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	---	---	---
3	0.95	0.80	0.70	0.70	0.65	0.60	---	---	---
4	1.00	0.90	0.80	0.75	0.75	0.70	---	---	---
5	1.00	0.85	0.80	0.80	0.80	0.80	---	---	---

حيث إن :

طريقة التمديد 1 التمديد داخل الحوائط أو داخل الخرسانة أو فى الأرض.

2 طبقة واحدة على الحائط أو الأرض أو على حوامل الكابلات Cable tray المصنعة محليًا.

3 طبقة واحدة مثبتة على السقف.

4 طبقة واحـدة على حوامـل الكابـلات سابقـة التجهيـز أفقية أو رأسية.

5 طبقة واحدة ممدة على حامل سلمى Cable Ladder أو على كوابيل مثبتة فى الحائط brakets.

مثال :

خمسة محركات قدرة كلٌ منها 30 Kw، يتم تغذيتهم بخمسة كابلات تمدد على حامل كابلات Cable tray سابق التجهيز، فإذا كان جهد التشغيل 380V ودرجة الحرارة المحيطة 40C̊ المطلوب تعيين مساحة مقطع الكابلات المستخدمة.

الإجابة :

حيث إن درجة الحرارة المحيطة $40^{\circ}C$ وهى أقل من $70^{\circ}C$ لذلك يمكن اختيار كابلات بعزل PVC .

ومن الجدول (٥ – ٣) فإن معامل درجة الحرارة Kt عند عزل PVC ودرجة حرارة $40^{\circ}C$ هو 0.85 .

ومن الجدول (٥ – ٤) فإن معامل التضاعف Kn عند طريقة التمديد 4 وعندما يكون عدد الدوائر 6 هو 0.75 .

وباستخدام المعادلة 5.3 باعتبار أن معامل قدرة المحرك $\cos\phi = 0.8$ فإن :

تيار المحرك يساوى

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\phi}$$

$$= 56.8 \text{ A}$$

وبأخذ معامل درجة الحرارة ومعامل التضاعف فى الاعتبار فإن تيار المحرك المكافىء Ie يساوى :

$$Ie = \frac{I}{Kt\ Kn}$$

$$Ie = \frac{56.8}{0.85 \times 0.75} = 89\text{A}$$

ومن الجدول (٥ – ١) فإن مساحة مقطع الأوجه عند المجموعة الثانية وعند تيار أكبر من أو يساوى 89 A تساوى $25\ mm^2$.

ومن الجدول (٥ – ٢) فإن مساحة مقطع خط الوقاية لكابل القدرة المعزول عندما يكون مساحة مقطع الأوجه $25\ mm^2$ هو $16\ mm^2$.

لذلك نحتاج لكل محرك كابل بأربعة قلوب $(3 \times 25mm^2 + 16mm^2)$.

٥ / ٣ / ٢ - اختيار مساحة المقطع لعدم تعدى فقد الجهد المسموح

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة تبعًا لشدة التيار وطريقة التمديد، ودرجة حرارة الوسط المحيط ونوع العزل وعدد الدوائر الممدة سويًا، يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق انخفاض جهد مسموح به، وهذا يعتمد على طول الكابل، وذلك باستخدام أحد المعادلات التالية.

١ – دوائر التيار المستمر

$$A = \frac{2 I \rho L}{Ud} \rightarrow 5.4$$

٢ – دوائر التيار المتردد الأحادية الوجه

$$A = \frac{2 I \rho L \cos\phi}{Ud} \rightarrow 5.5$$

٣ – دوائر التيار المتردد الثلاثية الوجه

$$A = \frac{\sqrt{3} I \rho L \cos\phi}{Ud} \rightarrow 5.5$$

حيث إن :

طول الكابل من المصدر الكهربى إلى الحمل (m) L

شدة التيار بالأمبير I

المقاومة النوعية لسلك مساحة مقطعه ρ

$1mm^2$ وطوله 1m عند درجة $20\ ^\circ C$ وتساوى

0.0178 للنحاس، 0.0294 للألومنيوم

الانخفاض فى الجهد المسموح به بالڤولت Ud

مثال :

فى المثال السابق إذا كان أطوال كابلات المحركات الخمسة 100m وكان الانخفاض المسموح فى الجهد 2.5% فهل مساحة المقطع للكابلات مناسبة أم لا؟

الإجابة :

$$Ud = \frac{2.5 \times 380}{100}$$

$$= 9.5\ V$$

وباستخدم المعادلة 5.6 فإن مساحة المقطع التى تحقق انخفاض الجهد المسموح تساوى

$$A = \frac{\sqrt{3}\ I\ \rho\ L\ Cos\phi}{Ud}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 89 \times 0.0178 \times 100 \times 0.8}{9.5}$$

$$= 23mm^2$$

وحيث إن مساحة مساحة المقطع التى تحقق انخفاض الجهد المسموح به أقل من مساحة المقطع المختارة لذلك فإن مساحة المقطع المختارة مناسبة .

٥ / ٣ / ٣ - اختيار مساحة مقطع الكابل لعدم تعدى درجة الحرارة عند القصر

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة لكل من :

- تيار الحمل .
- طريقة التمديد .
- درجة حرارة الوسط المحيط .
- نوع العزل .
- عدد الدوائر الممدة سويًا .
- عدم تجاوز الانخفاض المسموح به فى الجهد .

يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة لا تؤدى إلى تجاوز درجة الحرارة المسموح بها عند القصر وذلك باستخدام المعادلة 5.7 .

$$A = \geq \frac{I_K \sqrt{t}}{K} \rightarrow 5.7$$

حيث إن :

مساحة المقطع mm^2 — A

زمن فصل وسيلة الحماية عند حدوث القصر — t

المعامل — K

تيار القصر (A) — I_K

والجدول (٥ – ٦) يعطى قيمة المعامل تبعًا لعدد القلوب فى الكابل ونوع معدن الموصل ونوع العزل .

الجدول (٥ - ٦)

عدد القلوب فى الكابل	نوع العزل / نوع الموصل	PVC	XLPE	EPR
قلب واحد	نحاس	143	176	166
	ألومنيوم	95	116	110
	صلب	52	64	60
قلوب متعددة	نحاس	115	143	134
	ألومنيوم	76	94	89

مثال :

فى المثال السابق تم اختيار كابل مساحة مقطعه ($3 \times 25\ mm^2 + 16mm^2$) بعزل PVC وبقلوب من النحاس Cu

من الجدول (٥ – ٦) فإن المعامل K يساوى (115).

وباستخدام المعادلة 5.7 يمكن تعيين تيار القصر إذا اعتبرنا أن زمن فصل القاطع 5S كما يلى :

$$A \geq \frac{I_K \sqrt{t}}{K}$$

أى أن

$$I_k \leq \frac{A\,K}{\sqrt{t}}$$

$$I_k \leq \frac{25 \times 115}{\sqrt{5}} \leq 1285A$$

ويمكن التأكد من أن تيار القصر لن يتعدى هذه القيمة وذلك بعد دراسة الباب الثامن.

الباب السادس

الأنظمة المختلفة لتمديد الكابلات

الأنظمة المختلفة لتمديد الكابلات

١ / ٦ - المواسير الصلب Metal Conduit

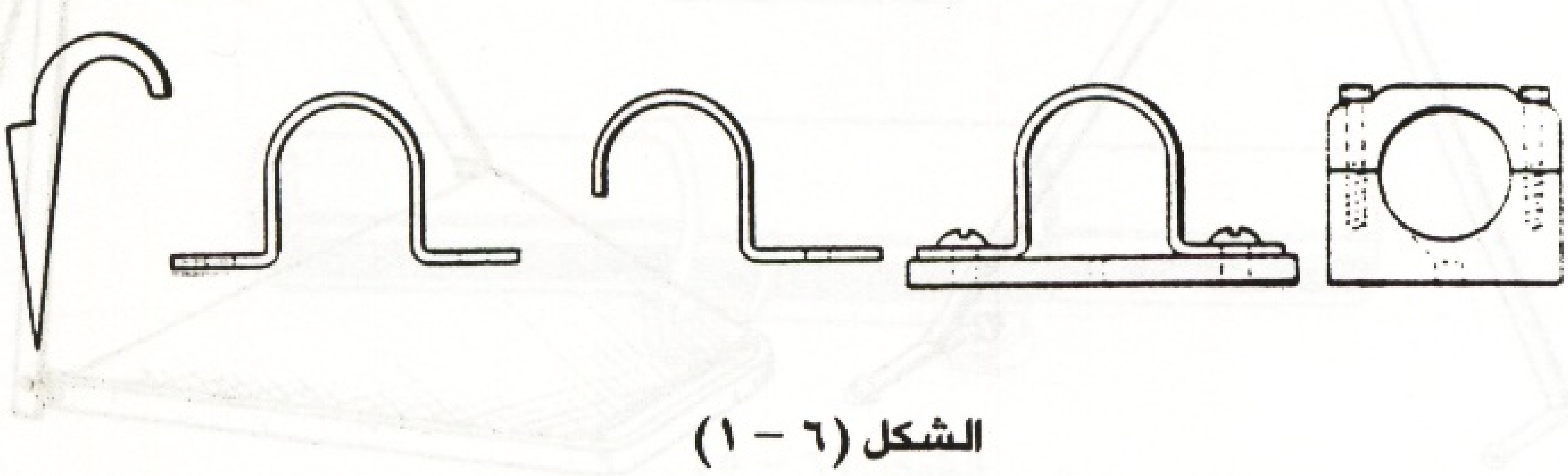
يوجد نوعان من المواسير الصلب وهما مواسير صلب بخط لحام ومواسير صلب بدون خط لحام. وتتوافر مواسير الصلب بأطوال 3.75m، وبالأقطار التالية (16, 20, 25, 32 mm).

والجدير بالذكر أن مواسير الصلب الموجودة فى هذه الأيام من النوع الثقيل Heavy gauge Steel والتى يمكن ثنيها وقلوظتها باستخدام العدد المناسبة.

وعند سحب الكابلات فى مواسير الصلب هناك بعض الاحتياطات التى يجب أخذها فى الاعتبار مثل:

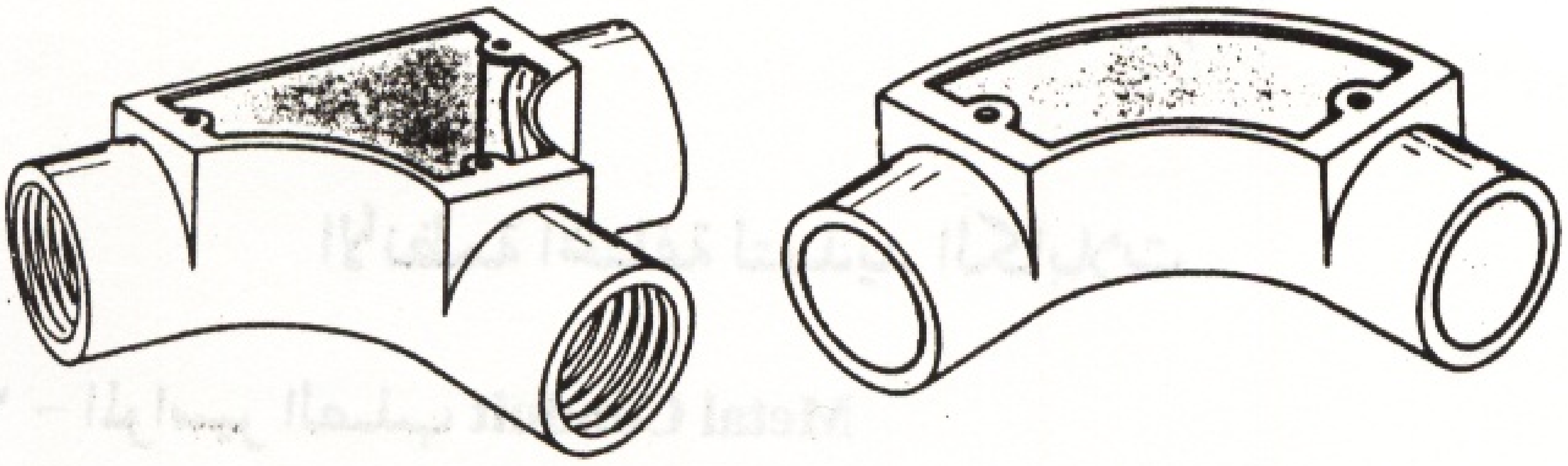
- يجب تركيب المواسير وتثبيتها قبل سحب الأسلاك بها.
- يجب توفير عدة نقاط كافية لسحب الأسلاك.

وعادة يتم تثبيت المواسير فى البناء بواسطة قفيزين كما هو مبين بالشكل (٦ – ١).



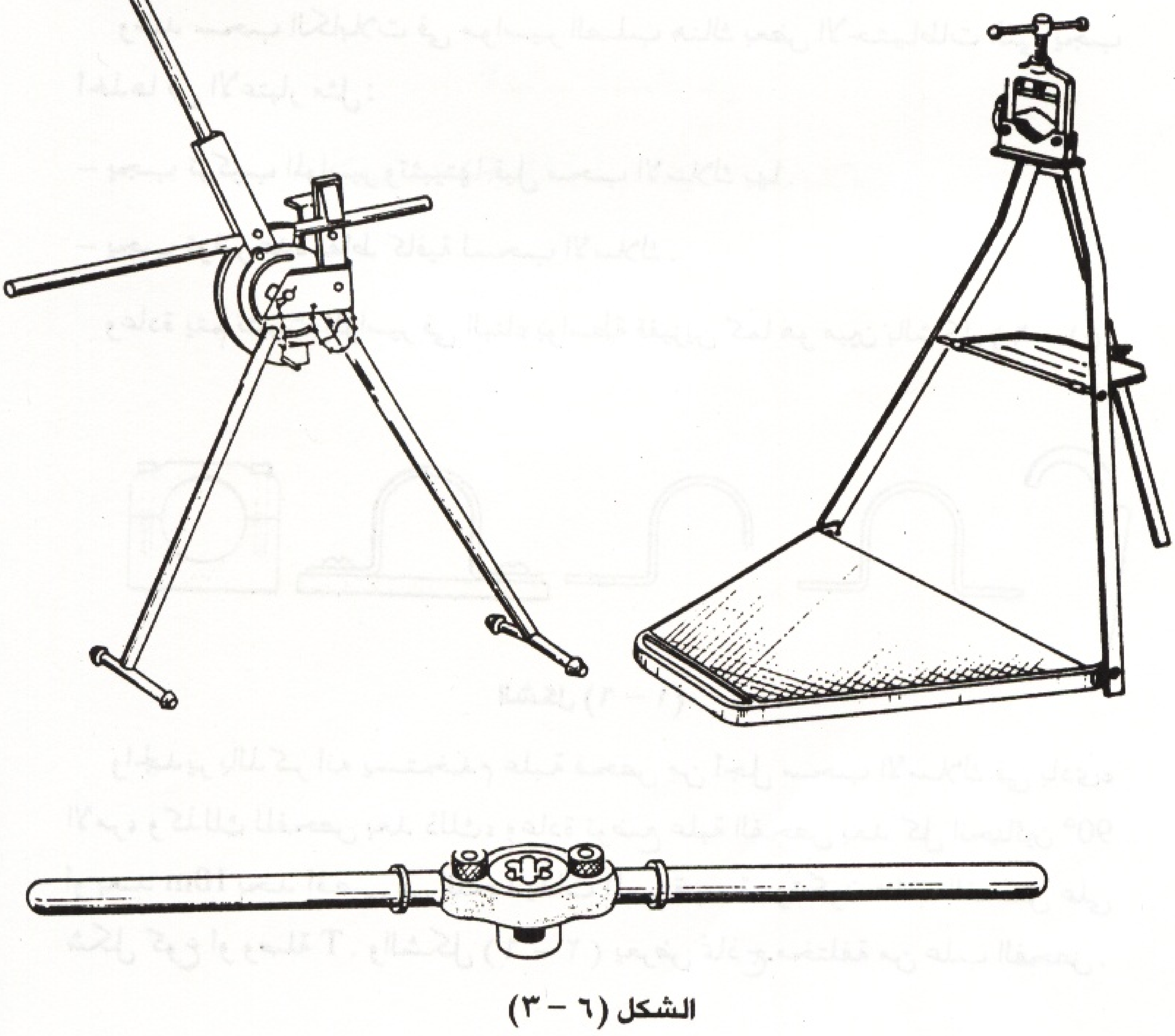
الشكل (٦ – ١)

والجدير بالذكر أنه يستخدم علبة فحص من أجل سحب الأسلاك فى بادىء الأمر، وكذلك للفحص بعد ذلك، وعادة توضع علبة الفحص بعد كل انحنائين 90° أو بعد 10m بحد أقصى فى التحديدات المستقيمة، وتكون علب الفحص على شكل كوع أو وصلة T. والشكل (٦ – ٢) يعرض نماذج مختلفة من علب الفحص.



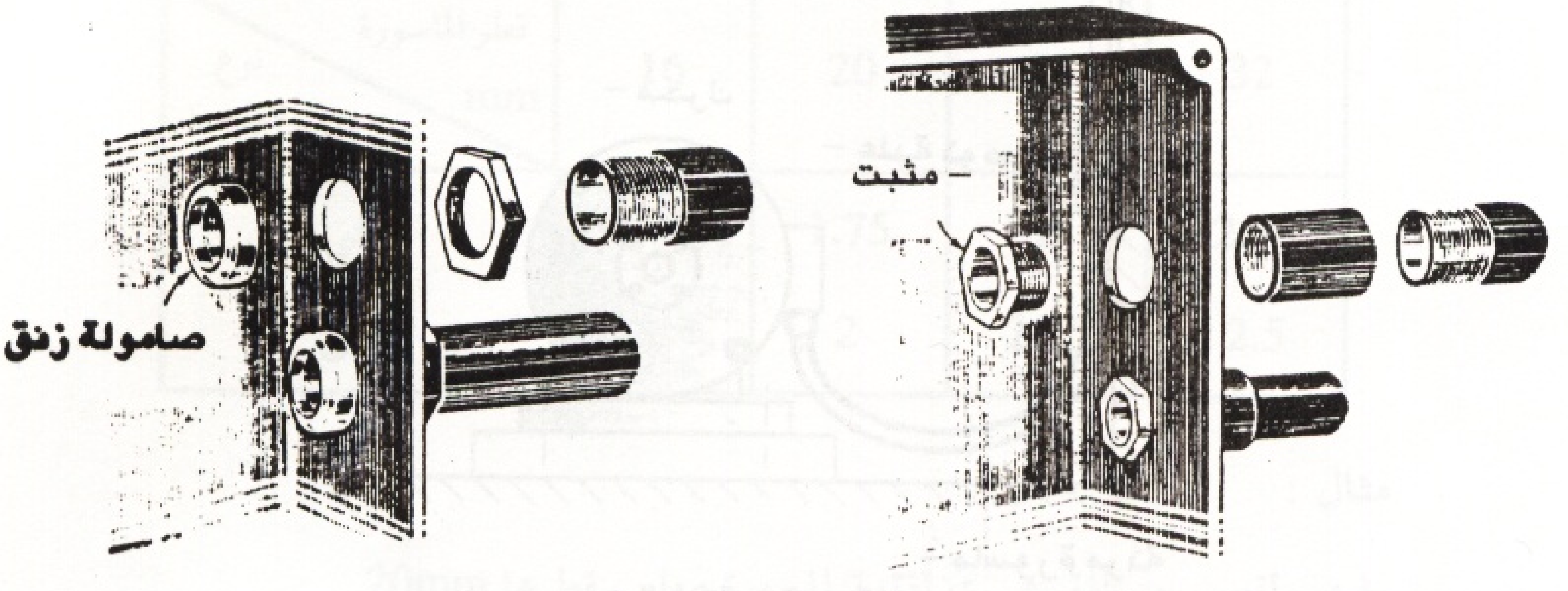
الشكل (٦ – ٢)

ويستخدم فى القطع والقلوظة منشار ومنجلة وآلة عمل قلاووظ (مضربيطة)، ويستخدم فى ثنى المواسير آلة ثنى المواسير، وهذه العدد تشبه تماماً المستخدمة فى أعمال السباكة. والشكل (٦ – ٣) بين شكل منجلة (أ) وشكل مضربيطة (ب) وشكل آلة ثنى مواسير (جـ).



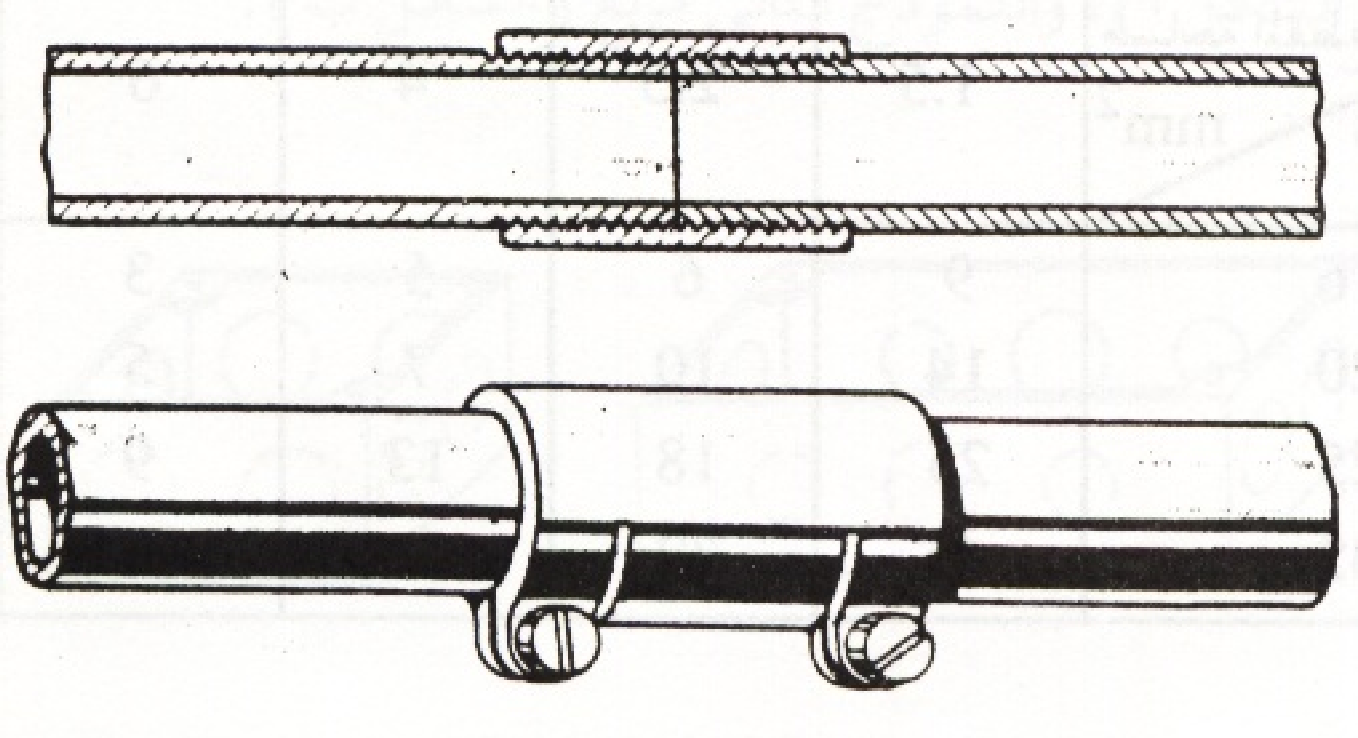
الشكل (٦ – ٣)

والشكل (٦ – ٤) يبين طريقة تثبيت ماسورة فى علبة باستخدام جلبة ومثبت (الشكل أ)، وطريقة تثبيت ماسورة فى علبة باستخدام صامولتين زنق (الشكل ب).



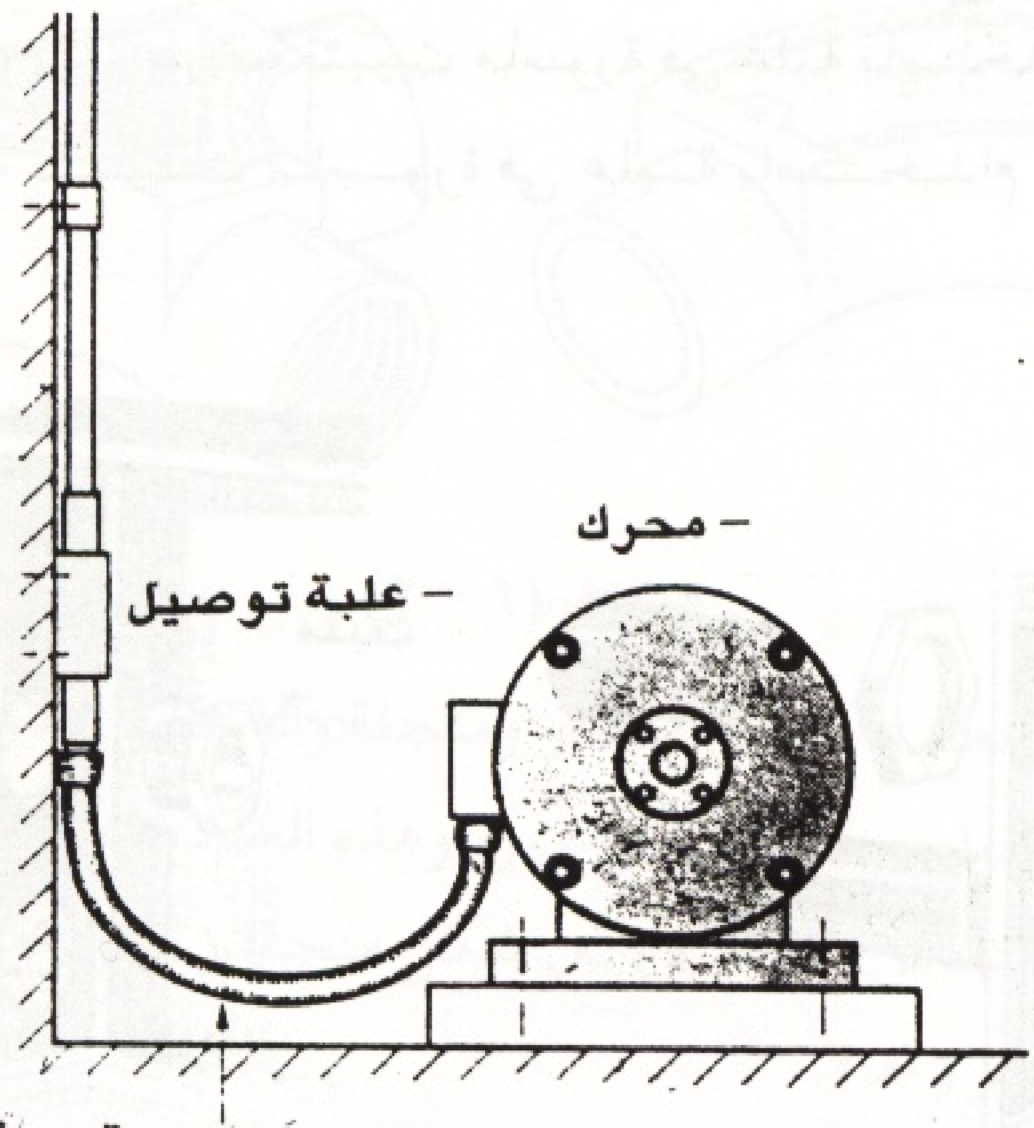
الشكل (٦ – ٤)

والشكل (٦ – ٥) يوضح طريقة تثبيت ماسورتين معًا بواسطة جلبة (الشكل أ)، وبواسطة وصلة بقفيزين (الشكل ب).



الشكل (٦ – ٥)

والجدير بالذكر أنه عند توصيل ماسورة صلب ثابتة فى الحائط مع آلة تتعرض لاهتزاز كمحرك كهربى يستخدم فى ذلك ماسورة صلب مرنة بالطريقة المبينة بالشكل (٦–٦).



الشكل (٦ – ٦)

والجدول (٦ – ١) يبين عدد الموصلات التى يمكن تمديديها فى مقاسات مختلفة من المواسير الصلب.

الجدول (٦ – ١)

قطر الماسورة mm \ مساحة المقطع mm^2	1.5	2.5	4	6	10
16	9	6	5	3	1
20	14	10	7	5	3
25	25	18	13	9	5
32	45	32	24	15	9

مثال:

ما هو عدد الموصلات التى مساحة مقطعها $2.5mm^2$ ويمكن تمديدها فى ماسورة صلب قطرها 25mm.

الإجابة:

من الجدول (٦ – ١) فإن عدد الموصلات يساوى 18.

والجـدول (٦ – ٢) يبين المسـافـة القـصـوى Lamx بين نقـاط تثبيت المواسير الصلب .

الجدول (٦ – ٢)

نوع التمديد \ قطر الماسورة mm	16	20	25	32
أفقى	0.75	1.75	2	2.25
رأسى	1	2	2.25	2.5

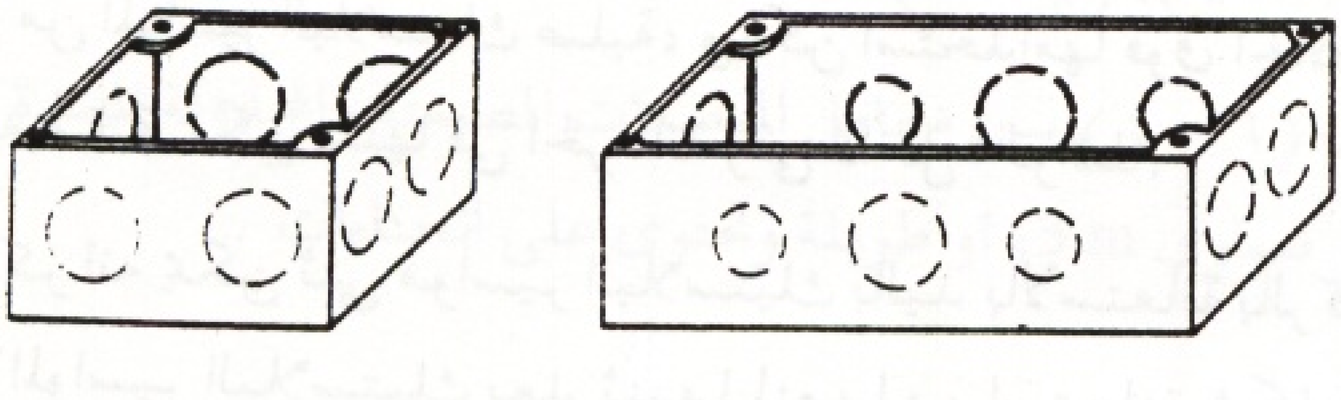
مثال :

ما هى أقصى مسافة تثبيت أفقية لماسورة صلب قطرها 20mm .

الإجابة:

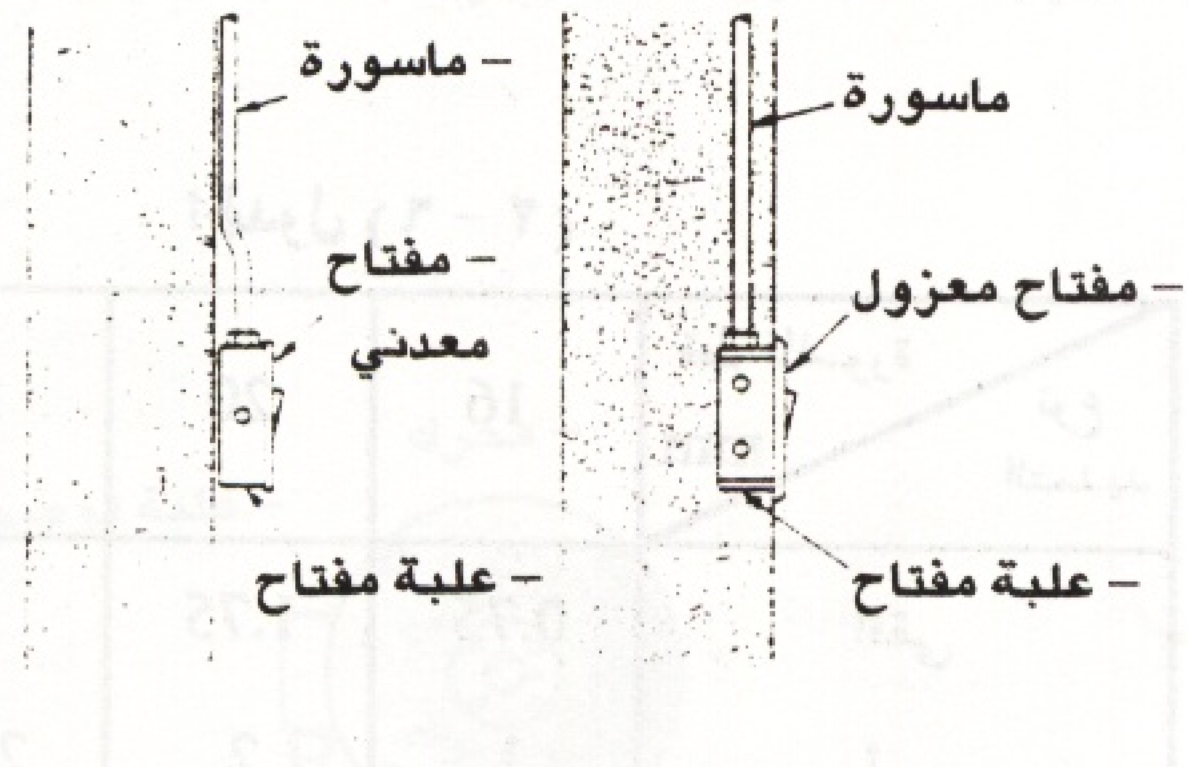
من الجدول (٦ – ٢) فإن أقصى مسافة أفقية 1.75 m .

والشكل (٦ – ٧) يعـرض نموذجين مـخـتلفين لعلب الصلب، النمـوذج الأول مستطيل (الشكل أ)، والنموذج الثانى مربع (الشكل ب).



الشكل (٦ – ٧)

والشكل (٦ – ٨) يبين طريقـتين لتـثبـيت علـب الصلب داخــل الحـائـط (الشكل أ)، وخارج الحائط (الشكل ب).



الشكل ٦ – ٨

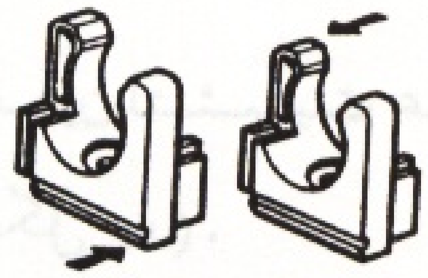
٦ – ٢ مواسير البلاستيك PVC

لقد ازداد استخدام مواسير البلاستيك فى الآونة الأخيرة لمميزاتها المتعددة عن مواسير الصلب فهى خفيفة الوزن، ولا تحتاج لتأريضها لأنها معزولة ولا تتعرض للصدأ، ويسهل ثنيها وقطعها بدون أى آلات خاصة، ويمكن تثبيت الأدوات فى هذه المواسير إما بالكبس أو اللصق بمادة لاصقة أو بواسطة سن قلاووظ وهذا نادراً ما يستخدم.

وتحتاج مواسير البلاستيك إلى إمرار موصل وقاية PE بداخلها، حيث يتم توصيله مع الأجهزة التى تحتاج لتأريض.

وهناك أنواع من المواسير البلاستيك صلبة، ويمكن استخدامها فوق الحائط، وأنواع أخرى مرنة وشبه صلبة يمكن دفنها فى الخرسانة وفى داخل الحوائط.

والجدير بالذكر أنه يمكن ثنى مواسير البلاستيك باليد بالاستعانة بالركبة، كما ينصح بتثبيت المواسير البلاستيك بعد ثنيها لمنعها من استعادة شكلها، وذلك باستخدام قفيزى تثبيت كالمبينة بالشكل (٦ – ٩).



الشكل (٦ – ٩)

والجدول (٦ – ٣) يبين أقصى مسافة بين قفزان التثبيت فى حالة مواسير البلاستيك تبعًا لقطر المواسير الخارجى.

الجدول (٦ - ٣)

القطر الخارجى للماسورة d (mm)	أقصى مسافة أفقية (m)	أقصى مسافة رأسية (m)
16	0.75	1
25 > d > 16	1.5	1.75
40 > d > 25	1.75	2.0
d > 40	2.0	2.0

وعند تمديد الأسلاك داخل المواسير البلاستيك يجب التأكد من عدم تعدى سعة الماسورة، حيث إن تعدى سعة الماسورة يؤدى لتلفها، ويمكن التحقق من سعة الماسورة تبعًا لمقاس الماسورة ومساحة مقطع الموصلات الممدة فيها بالاستعانة بالجداول (٦ – ٤)، (٦ – ٥).

فالجدول (٦ – ٤) يبين معامل الموصلات المصمته والمجدولة الممدة مسافة قصيرة أقصر من أو تساوى 3 m، أو طويلة وتحتوى على انحناءات .

الجدول (٦ - ٤)

مساحة المقطع mm^2		1	1.5	2.5	4	6	10
تمديد قصير	معامل الموصلات المصمته	22	27	39			
	معامل الموصلات المجدولة		31	43	58	88	146
تمديد طويل بانحناء	معامل الموصلات المجدولة أو المصمتة	16	22	30	43	58	105

والجدول (٦ - ٥) يعطى معامل مواسير PVC تبعًا لقطر الماسورة وعدد الانحناءات وطول الماسورة.

مثال :

المطلوب اختيار حجم ماسورة PVC لتمديد 9 موصلات مساحة مقطع الموصل $1.5mm^2$ مسافة مقدارها 4m مع وجود انحنائين.

الإجابة :

من الجدول(٦ - ٤) فإن معامل الموصلات التى مساحة مقطعها $1.5mm^2$ ولمدة مسافة طويلة هو 22 وبالتالى فإن معامل 9 موصلات يساوى [9 x 22 = 198] .

ومن الجدول (٦ - ٥) فإنه عند طول تمديد 4m فإن معامل الماسورة التى قطرها 20mm يساوى 213 وهو أكبر من المعامل الكلى للموصلات 198، أى أنه يمكن استخدام ماسورة قطرها 20mm .

الجدول (٦ - ٥)

طول التمديد m	قطر الماسورة (mm)															
	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32
	مستقيمة				انحناء واحد				انحناءان				ثلاثة انحناءات			
1	290	460	800	1400	188	303	543	947	177	286	514	900	158	256	463	818
1.5	290	460	800	1400	182	294	528	923	167	270	487	857	143	233	422	750
2	240	460	800	1400	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692
2.5	290	460	800	1400	171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643
3	290	460	800	1400	167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600
3.5	179	290	521	911	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563
4	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529
4.5	174	282	507	889	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500
5	171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474
6	167	270	487	857	143	233	422	770	111	182	333	600				
7	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563				
8	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529				
9	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500				
10	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474				

مثال ٢ :

ماسورة بلاستيك طولها 6m وتحتوى على ثلاثة انحناءات مطلوب تمديد الوصلات التالية لها $6x1mm^2 + 6x1.5mm^2 + 4x2.5mm^2$

المطلوب تعيين أقل حجم مناسب للماسورة .

الإجابة :

من الجدول (٦ – ٤) فإن معامل الموصلات يساوى بالترتيب

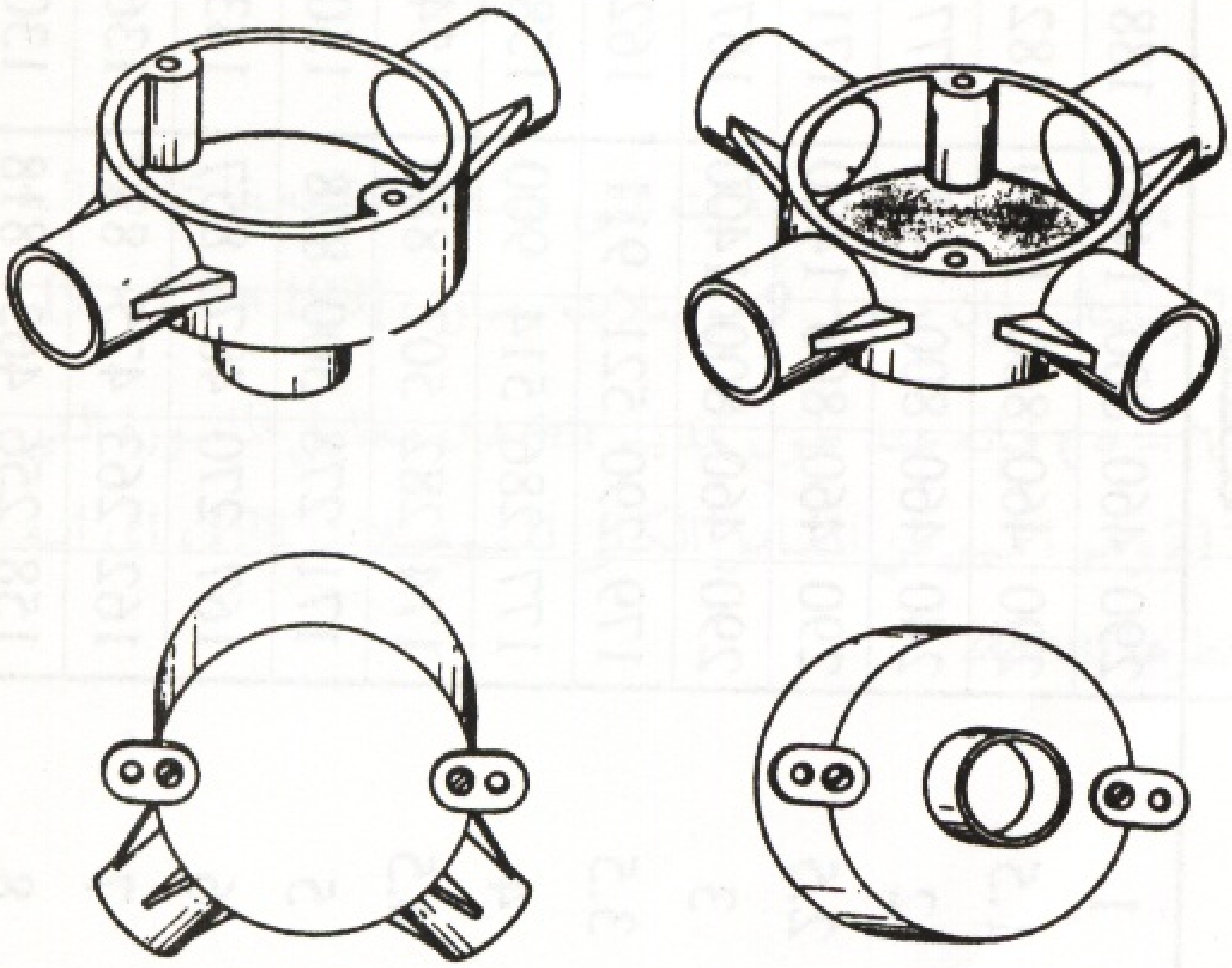
16, 22, 30

وبالتالى فإن المعامل الكلى للموصلات يساوى

$$16x6 + 22x6 + 30 \times 4 = 348$$

ومن الجدول (٦ –٥) عند طول تمديد 6m وعدد ثلاثة انحناءات فإن معامل الماسورة التى قطرها 32 mm يساوى 474 وهو مناسب فى هذه الحالة؛ لذلك تستخدم ماسورة pvc قطرها 32 .

والجدير بالذكر أنه يوجد أشكال مختلفة لعلب التوزيع المستخدمة مع مواسير pvc. والشكل (٦ – ١٠) يعرض أربعة أنواع من هذه العلب وهم كما يلى :-



الشكل (٦ – ١٠)

علبة توزيع فى أربعة اتجاهات (الشكل أ)

علبة توزيع مستقيمة وخلفية (الشكل ب)

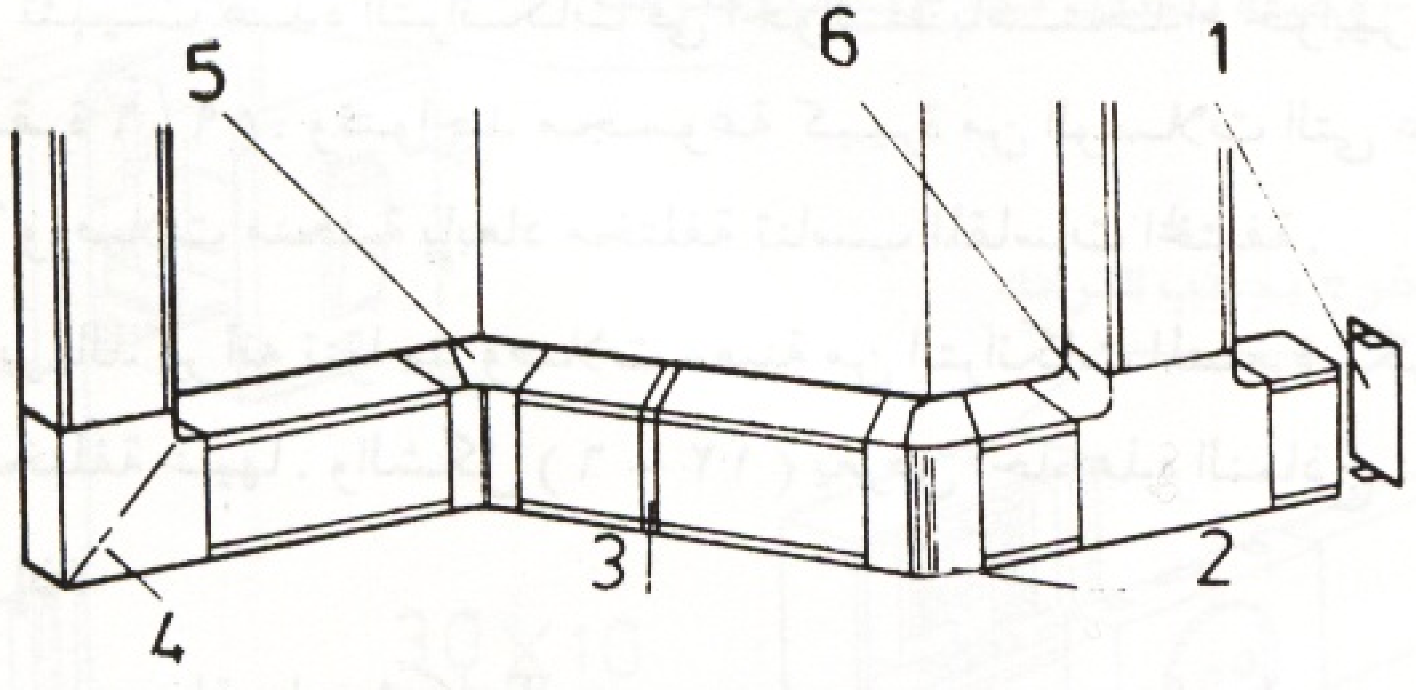
علبة توزيع خلفية (الشكل جـ)

علبة توزيع اتجاهين على شكل زاوية (الشكل د)

٦ / ٣- ترانكات البلاستيك PVC Trunking

الترانكات هى قنوات لها غطاء يمكن نزعه، وتمتاز الترانكات بأنها قابلة للتشكل تبعًا للوسط المستخدمة فيه، وتعطى إمكانية تغيير الدوائر بسهولة. وعادة يكون غطاء ترانكات البلاستيك من النوع ذات الكلبسات.

والشكل (٦ – ١١) يعرض نموذجًا لترانكات البلاستيك يحتوى على أنواع مختلفة من المرفقات على شكل حرف L وحرف T، وزاوية، ويلاحظ من هذا الشكل أن هذه الترانكات مثبتة على ثلاثة جدران لغرفة.



الشكل (٦ – ١١)

حيث إن:

غطاء نهاية الترانك	1
وصلة على شكل زاوية	2
وصلة لتثبيت أغطية الترانكات	3
وصلة على شكل L	4
وصلة على شكل زاوية	5

وصلة على شكل T	6

ويمكن تقسيم ترانكات البلاستيك إلى :

– ترانكات مصغرة	mini trunking
– ترانكات إطارية	skirting trunking
– ترانكات سهلة التشكل	Adaptable trunking

٦ / ٣ - / ١- الترانكات المصغرة :

توضع هذه الترانكات حول الأبواب والشبابيك، وتتواجد هذه الترانكات بأبعاد مختلفة. وفيما يلى بعض المقاسات التى تعرضها شركه Legrand الفرنسية .

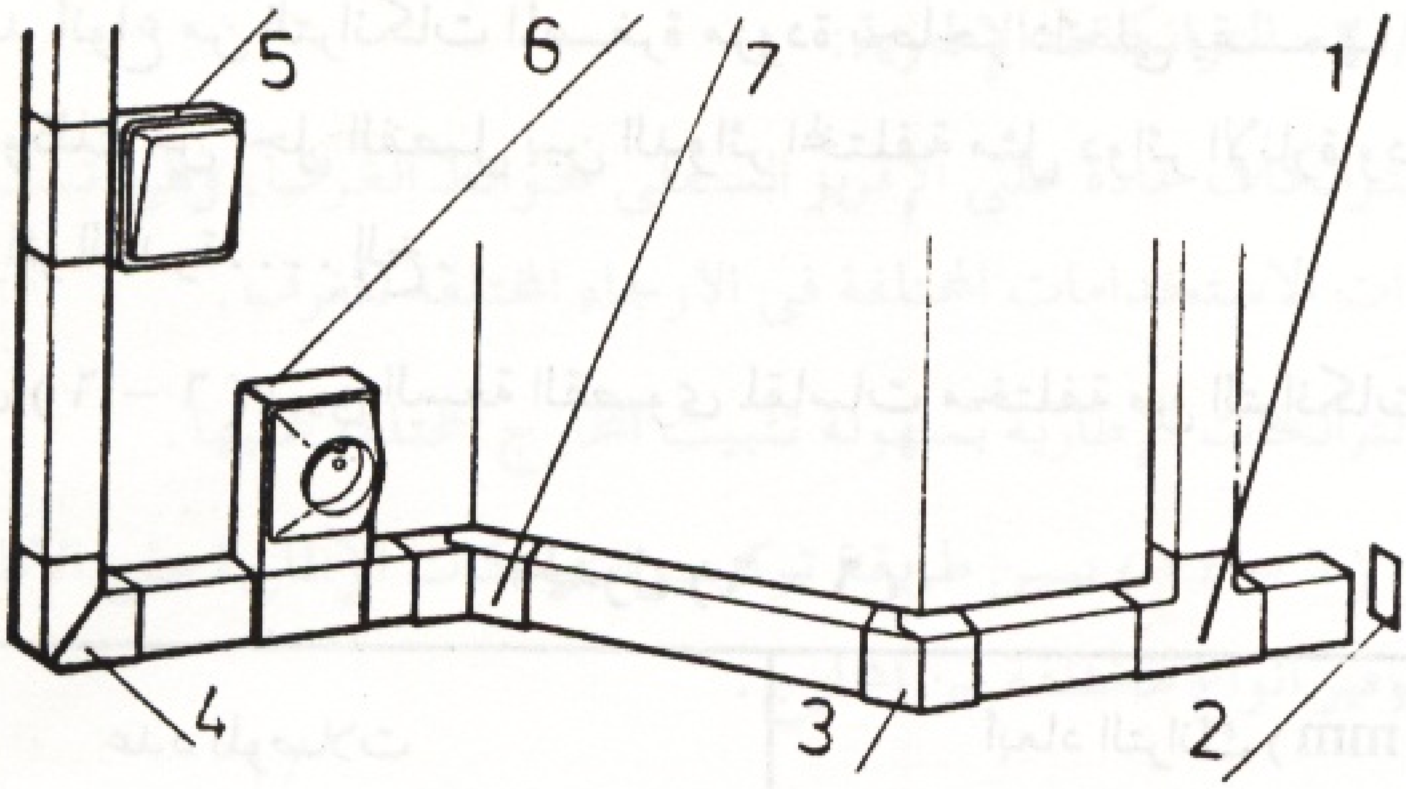
20x12.5 mm	32x16mm	32x20mm
32x12.5mm	40x16mm	40x20mm
40x12.5mm		
60x12.5mm		

ويتم تثبيت هذه الترانكات فى الحوائط باستخدام خوابير بلاستيكية (انظر الفقرة ٦ / ٩) . وتتواجد مجموعة كبيرة من الوصلات التى على شكل L وشكل T ووصلات منحنية بإبعاد مختلفة تناسب المقاسات المختلفة.

والجدير بالذكر أنه تتواجد وصلات معينة من الترانكات المصغرة تمكن من تثبيت مخارج مختلفة عليها . والشكل (٦ – ١٢) يعرض أحد هذه النماذج.

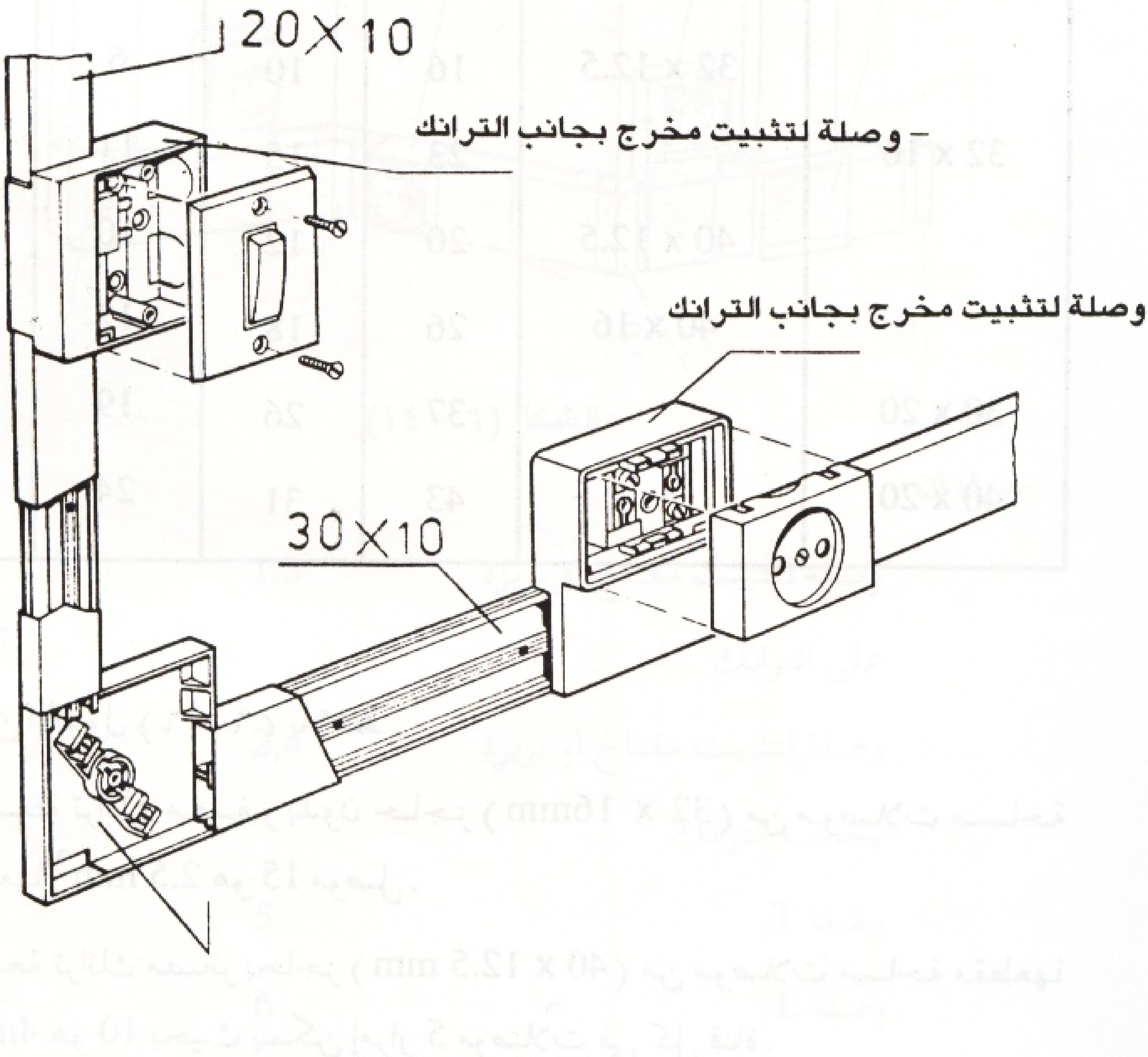
حيث إن :

وصلة على شكل T	1
غطاء نهاية الترانك	2
وصلة على شكل L عمودية للحائط	3
وصلة على شكل L موازية على الحائط	4
وصلة تثبيت علبة مفتاح على جانب الترانك	5
وصلة تثبيت علبة بريزة على جانب الترانك	6
وصلة على شكل L عمودية على الحائط	7



الشكل (٦ – ١٢)

والشكل (٦ – ١٣) يبين كيفية الجمع بين مقاسين مختلفين من الترانكات المصغرة.



الشكل (٦ – ١٣)

وتتواجد أنواع من الترانكات المصغرة مزودة بحاجز داخلي يقسمها من الداخل إلى قناتين وذلك من أجل الفصل بين الدوائر المختلفة مثل دوائر الإنارة ودوائر الإنذار بالحريق ودوائر القدرة.... إلخ.

والجدول (٦ – ٦) يبين السعة القصوى لمقاسات مختلفة من الترانكات المصغرة.

الجدول (٦ – ٦)

عدد الموصلات				أبعاد الترانك (mm)	
$6\ mm^2$	$4\ mm^2$	$2.5\ mm^2$	$1.5\ mm^2$	بحاجز	بدون حاجز
3	4	6	10		20 x 12.5
2	4	4	8	20 x 12.5	
4	6	10	16	32 x 12.5	
6	11	15	23		32 x 16
4	10	12	20	40 x 12.5	
8	12	18	26	40 x 16	
11	19	26	37		30 x 20
14	24	31	43		40 x 20

مثال :

من الجدول (٦ – ٦) يلاحظ :

١ – إن سعة ترانك مصغر بدون حاجز (32 x 16mm) من موصلات مساحة مقطعها $2.5\ mm^2$ هو 15 موصل.

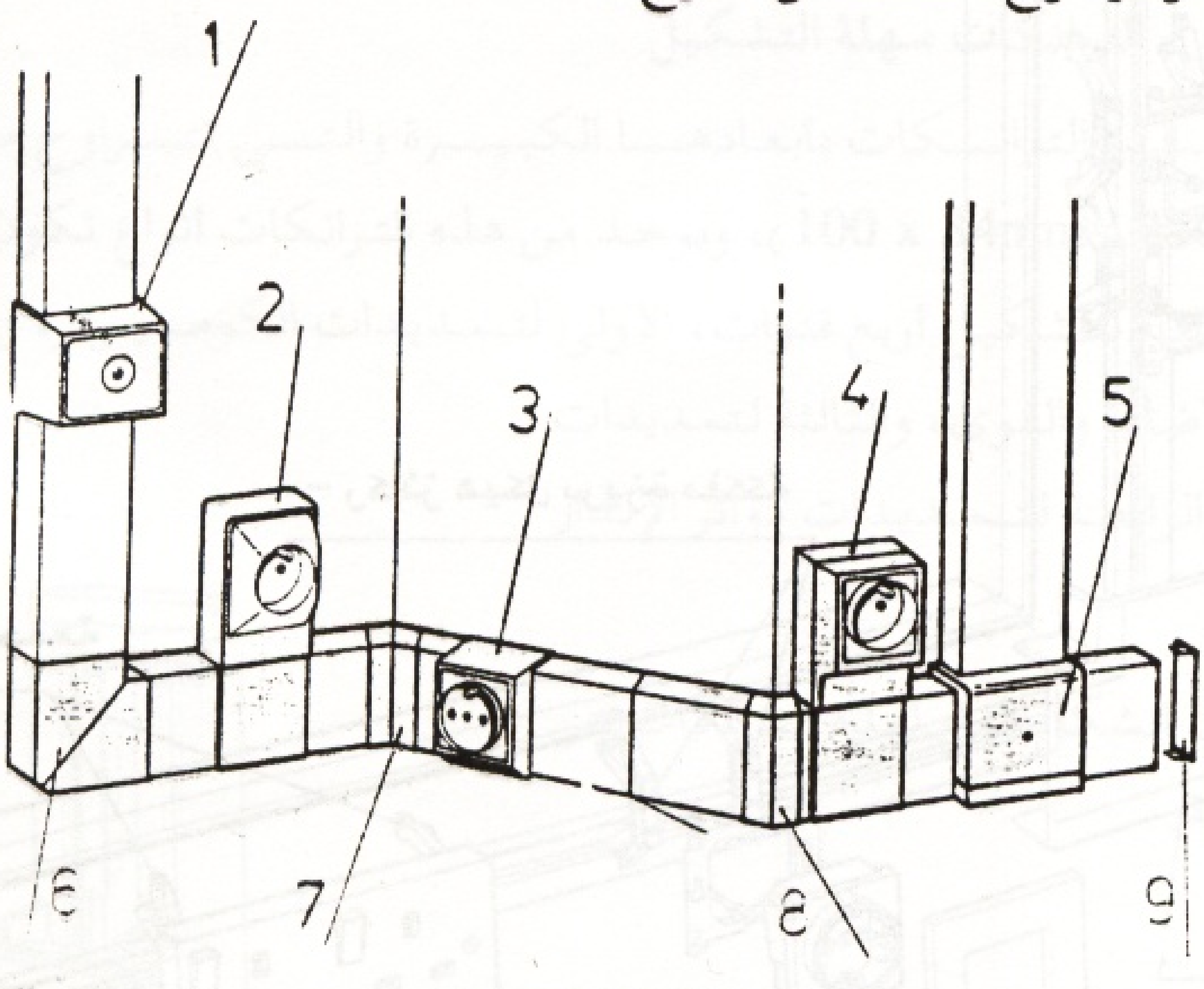
٢ – إن سعة ترانك مصغر بحاجز (40 x 12.5 mm) من موصلات مساحة مقطعها $4mm^2$ هو 10 بحيث يمكن إمرار 5 موصلات في كل قناة.

٦ / ٣ / ٢- الترانكات الإطارية :

تثبت الترانكات عادة على الإفريز السفلى لحوائط الغرف، وهى تستخدم لنقل الكابلات ذات الاستخدامات المختلفة فى الأرجاء المختلفة للغرف .

وتتميز الترانكات الإطارية بسهولة تثبيت المخارج المختلفة عليها .

والشكل (٦ – ١٤) يبين طريقة تركيب الترانكات الإطارية على الإطار السفلى للغرفة مع توفير أنواع مختلفة من المخارج .



الشكل (٦ – ١٤)

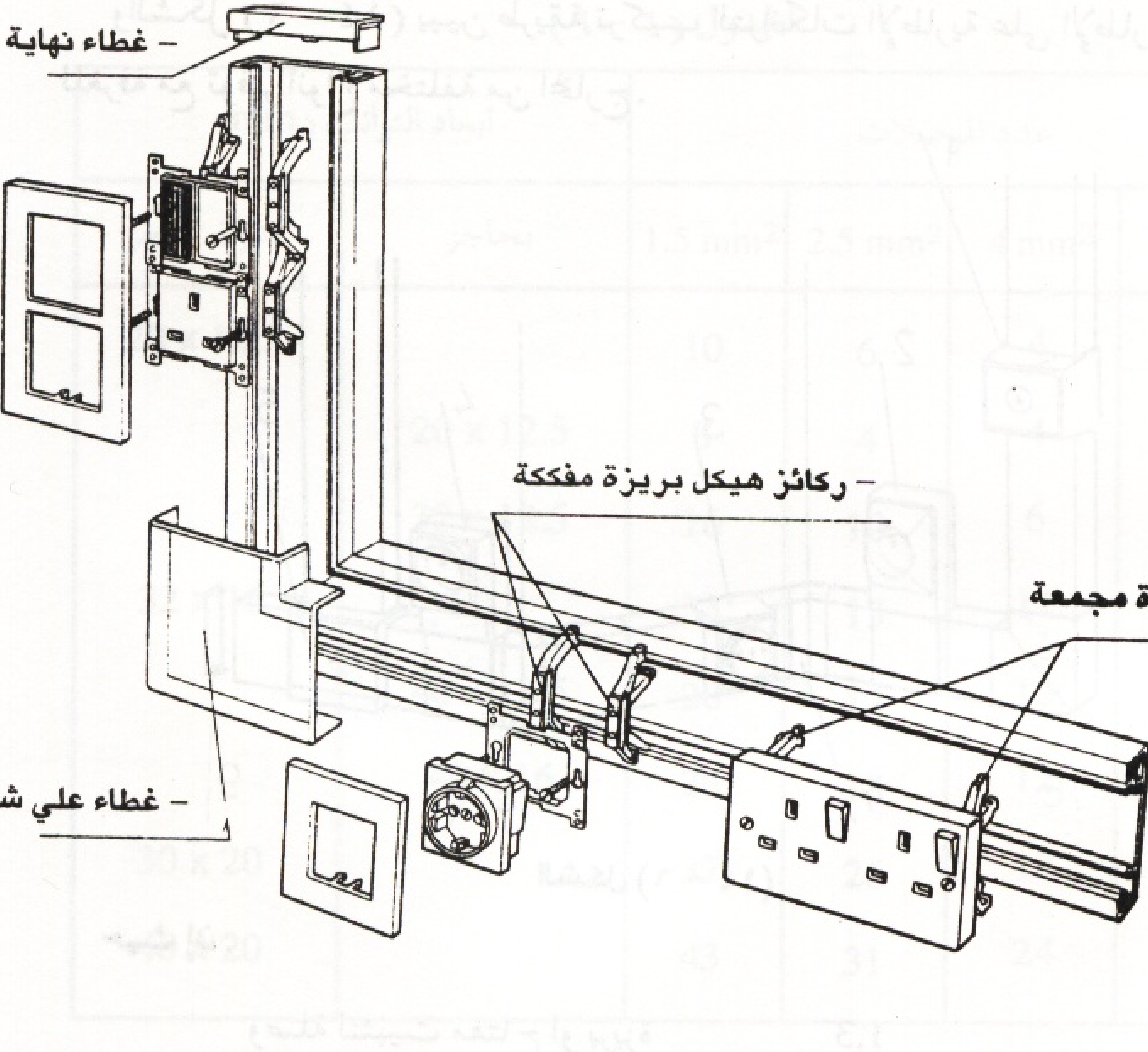
حيث إن :

وصلة لتثبيت مفتاح أو بريزة على الترانك	1,3
وصلة لتثبيت مفتاح أو بريزة بجانب الترانك	2,4
وصلة T	5
وصلة L	6

وصلة زاوية 7,8

غطاء نهاية 9

والشكل (٦ – ١٥) يبين طريقة تثبيت المخارج المختلفة على الترانكات الإطارية.

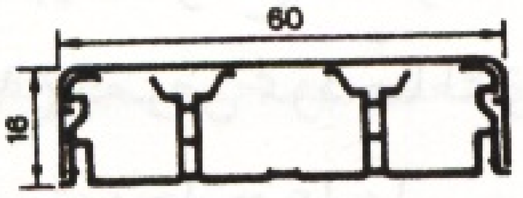


الشكل (٦ – ١٥)

وتتواجد الترانكات الإطارية بمقاسات مختلفة فى الأسواق، فمثلاً : تعرض شركة Legrand الفرنسية المقاسات التالية :

60 x 16 mm - 75 x 20 mm - 110 x 20 mm

وعادة تزود الترانكات الإطارية بحاجزين من الداخل للحصول على ثلاث قنوات داخلية لإمرار كابلات الدوائر المختلفة وذلك بالطريقة المبينة بالشكل (٦ – ١٦).



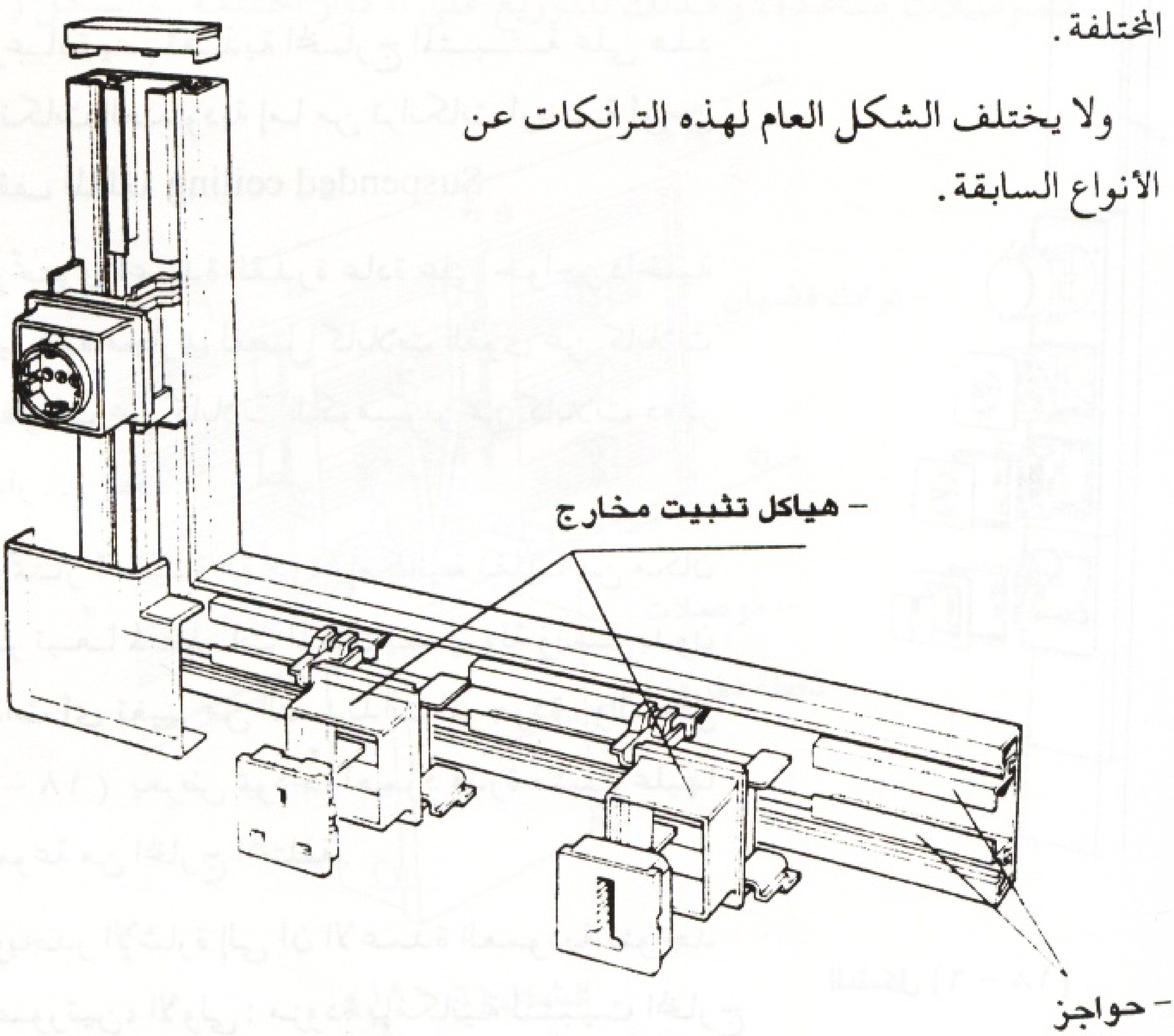
الشكل (٦ – ١٦)

ويمكن الرجوع لكتالوجات الشركات لمعرفة سعة الترانكات الإطارية من الموصلات المختلفة.

٦ / ٣ / ٣ – الترانكات سهلة التشكيل

تتميز هذه الترانكات بأبعادها الكبيرة والتي تتراوح ما بين (100 x 34mm : 250 x 65 mm)، ويوجد من هذه الترانكات أنواع تكون مزودة بحواجز داخلية لتشكيل أربع قنوات، الأولى لتمديدات الكومبيوتر، والثانية لتمديدات الاضاءة والقوى، والثالثة لتمديدات التليفون، والرابعة لتمديدات دوائر الإنذار المختلفة.

ولا يختلف الشكل العام لهذه الترانكات عن الأنواع السابقة.

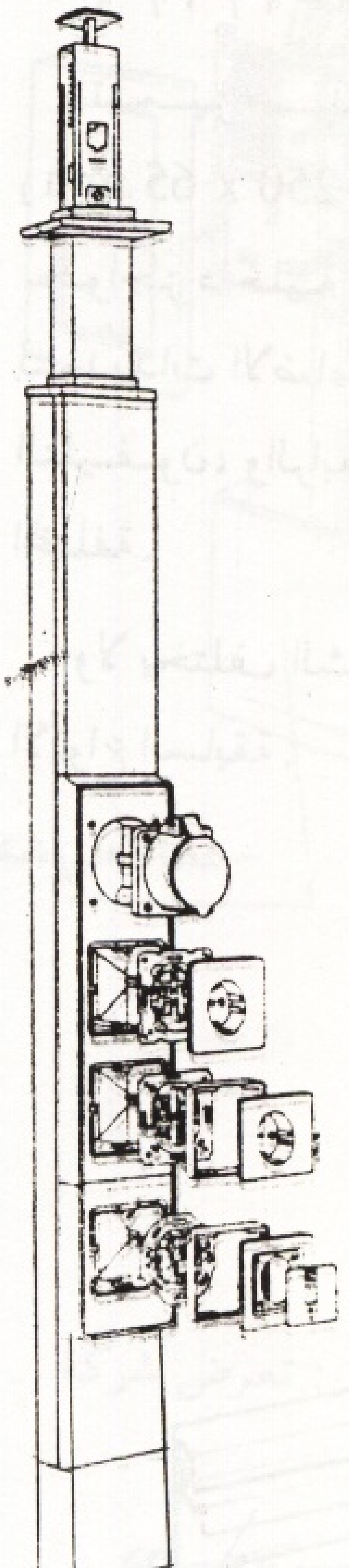


الشكل (٦ – ١٧)

والجدير بالذكر أنه يمكن تثبيت قواطع مصغرة داخل هذه الترانكات على قضبان أوميجا. والشكل (٦ - ١٧) يعرض نموذجًا لترانكات سهلة التشكل مزودة بحاجزين داخليين، وطريقة تثبيت مخارج عليها.

ويمكن الرجوع لكتالوجات الشركات المصنعة لمعرفة سعة الترانكات سهلة التشكيل من الموصلات المختلفة.

٦ / ٤- ترانكات الألومنيوم Aluminium trunking



الشكل (٦ - ١٨)

صممت ترانكات الألومنيوم أساسًا من أجل توفير الصلابة والجمال اللازمين لأعمدة القدرة Service Poles والمستخدمة لتوفير المخارج المختلفة مثل: مخارج القوى - مخارج التليفونات - مخارج فاكس - مخارج كومبيوتر وذلك فى الأماكن المفتوحة مثل: المكاتب والبوتيكات والمختبرات ... إلخ.

وعادة يتم تغذية المخارج المثبتة على هذه الترانكات العمودية إما من ترانكات أرضية أو من الأسقف المعلقة Suspended ceiling

وتحتوى أعمدة القدرة عادة على حواجز داخلية لتوفير عدة مجارى لفصل كابلات القوى عن كابلات التليفونات عن كابلات الكومبيوتر عن كابلات دوائر الإنذار... إلخ.

وتمتاز أعمدة القدرة بإمكانية نقلها من مكان لآخر تبعًا لمتطلبات المكان بسهولة ويسر بدون إحداث أى تغيير من التمديدات الموجودة. والشكل (٦ - ١٨) يعرض نموذجًا لعمود قدرة مثبت عليها مجموعة من المخارج المختلفة.

ويجدر الإشارة إلى أن الأعمدة العمودية تتواجد فى صورتين، الأولى: مزودة بإمكانية لتثبيت المخارج

من جهة واحدة، والبعض مزود بإمكانية لتثبيت المخارج من الجهتين.

ويمكن تقسيم الأعمدة العمودية حسب طريقة تثبيتها إلى :

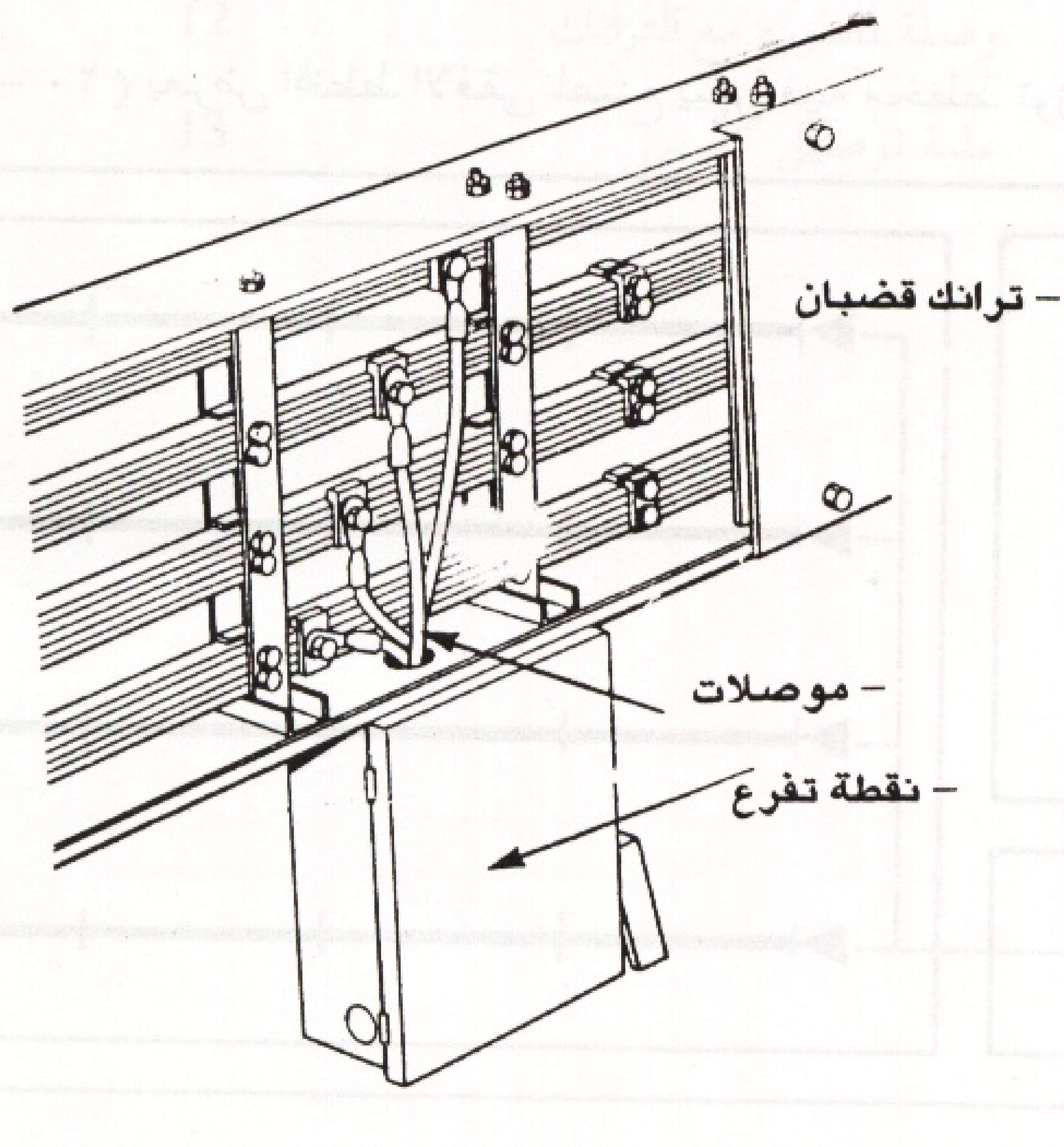
- أعمدة قدرة تثبت مع الأسقف الصلبة (الثابتة).
- أعمدة قدرة تثبت مع الأسقف المعلقة.

ويوجد ترانكات ألومنيوم تستخدم فى التمديدات المختلفة مثل التمديد على الإطار السفلى للحوائط Skirting ، أو التمديد فى وسط الحوائط Dado، ولا تختلف طريقة استخدام هذه الترانكات فى هذه الحالة عن مثيلتها المصنوعة من البلاستيك.

ويمكن الرجوع إلى كتالوجات الشركات المصنعة لمعرفة سعة ترانكات الألومنيوم من الموصلات المختلفة.

٦ / ٥- ترانكات القضبان Busbar trunking

تستخدم ترانكات القضبان فى المنشآت الصناعية وكذلك المنشآت الكبيرة كموصلات صاعدة، وكذلك للتوزيع على الأدوار المختلفة. والشكل (٦ – ١٩)



الشكل (٦ – ١٩)

يبين طريقة إمرار القضبان داخل ترانكات القضبان وطريقة عمل تفرع من ترانكات القضبان بواسطة علبة تفرع مزودة بقواطع دائرة مصغرة لتغذية أحد الأحمال .

ويمكن تقسيم ترانكات القضبان إلى :

- ترنكات قضبان مستخدمة فى الإضاءة .
- ترانكات قضبان مستخدمة فى توزيع القدرة .

٦ / ٥ / ١- ترانكات القضبان المستخدمة فى الإضاءة

تستخدم ترانكات القضبان فى إضاءة كلٍ من المناطق الصناعية والورش والمعارض وذلك فى المبانى التى يصعب فيها تثبيت وحدات الإضاءة، ويعتمد اختيار ترانكات القضبان المستخدمة فى الإضاءة على :

١ - معدل استهلاك القدرة .

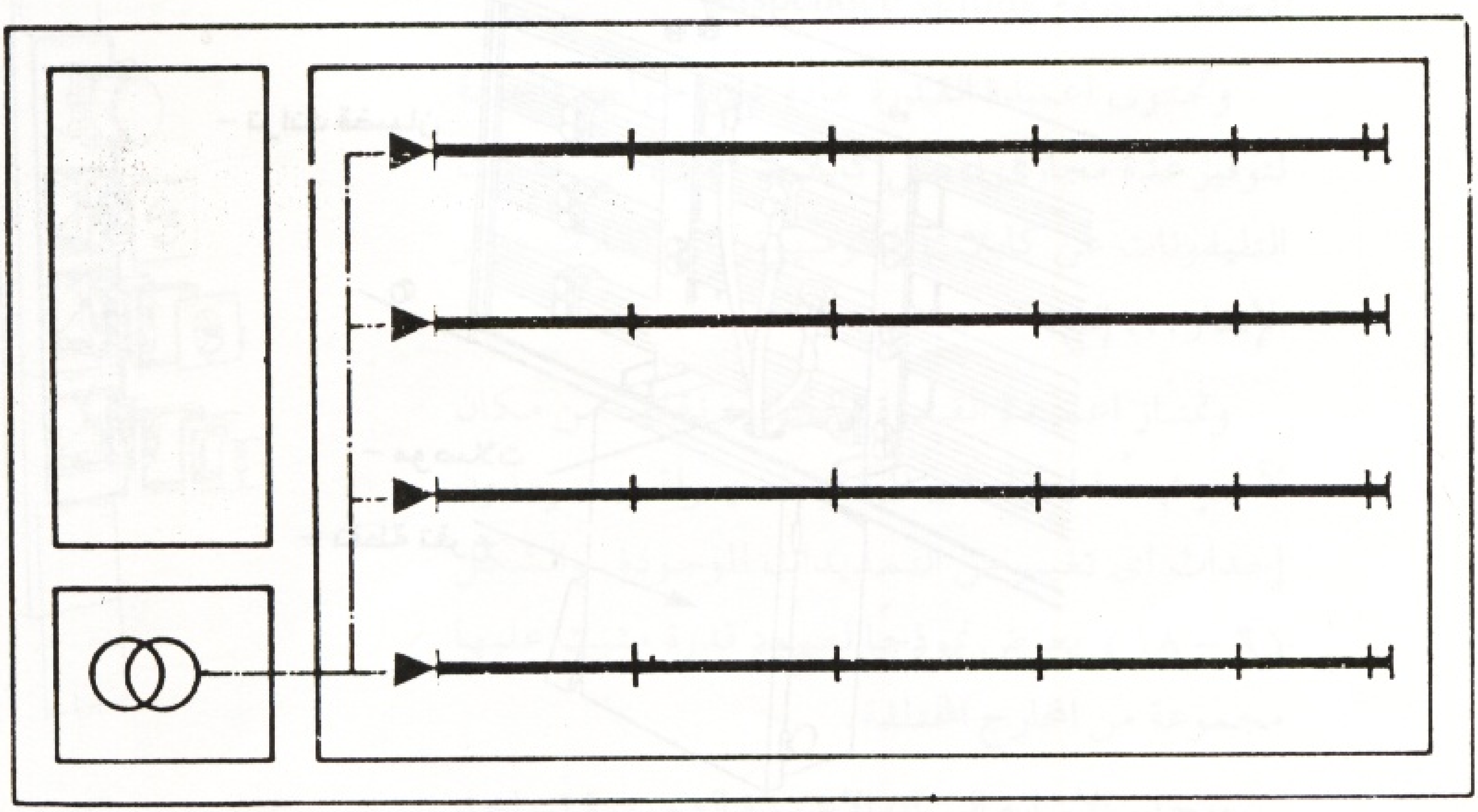
٢ - عدد وحدات الإضاءة (الفوانيس) .

٣ - وزن وحدة الإضاءة .

٤ - شكل المبنى لتحديد طريقة التثبيت .

٥ - درجة الوقاية المطلوبة .

والشكل (٦ - ٢٠) يعرض المخطط الأفقى لمصنع يبين فيه مخطط توزيع التيار



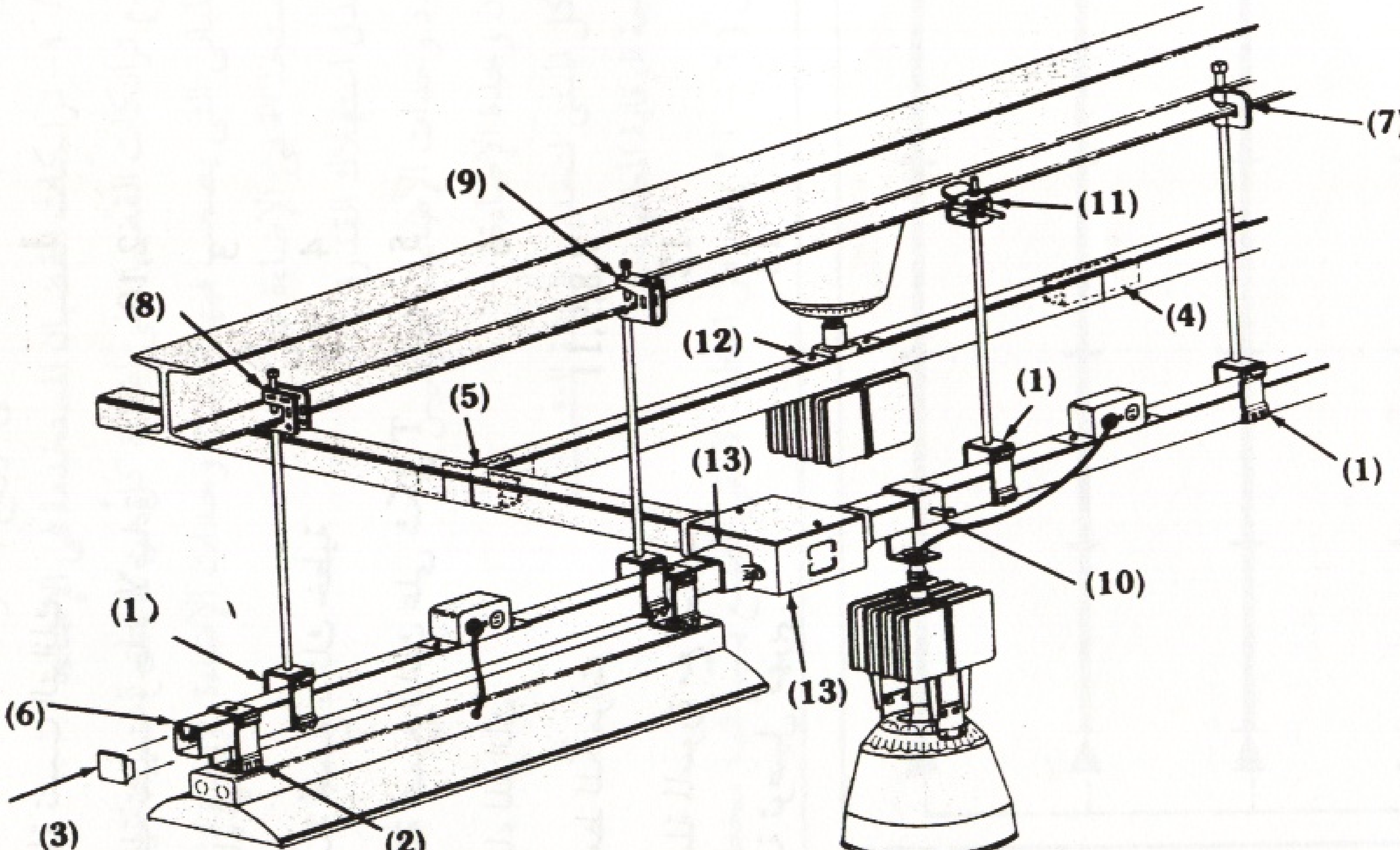
الشكل (٦ - ٢٠)

الكهربى بواسطة ترانكات الإضاءة لإضاءة المصنع.

والشكل (٦ – ٢١) يعرض أحد أنظمة ترانكات **الإضاءة والمصنعة بشركة** B- Line system, INC. الأمريكية.

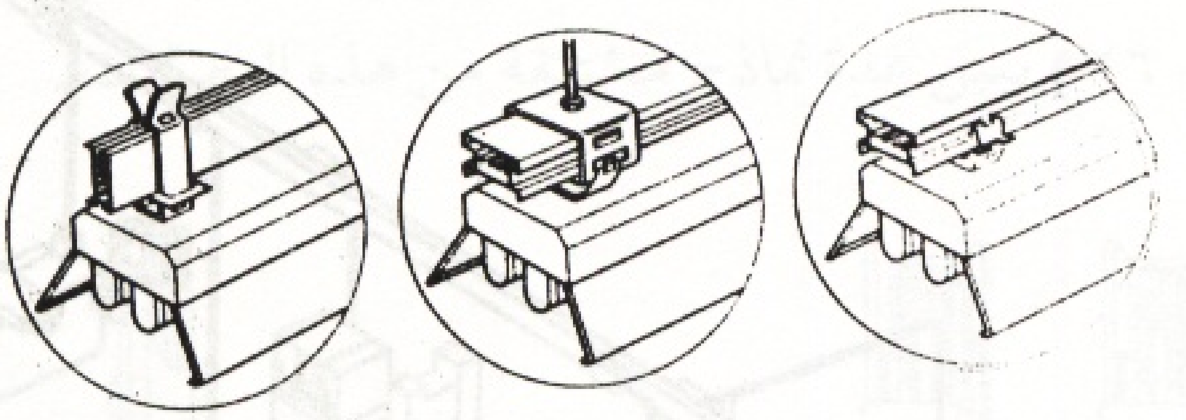
حيث إن :

قامطة تثبيت الترانك	1
قامطة تثبيت وحدة الاضاءة	2,10
غطاء نهاية	3
وصلة تجميع ترانك خطية	4
وصلة تجميع ترانك على شكل T	5
غطاء للترانك	6
قوامط للكمرات	7,8,9,11
وصلة لماسورة مع الترانك	12
علبة توصيل كهربى	13



الشكل (٦ - ٢١)

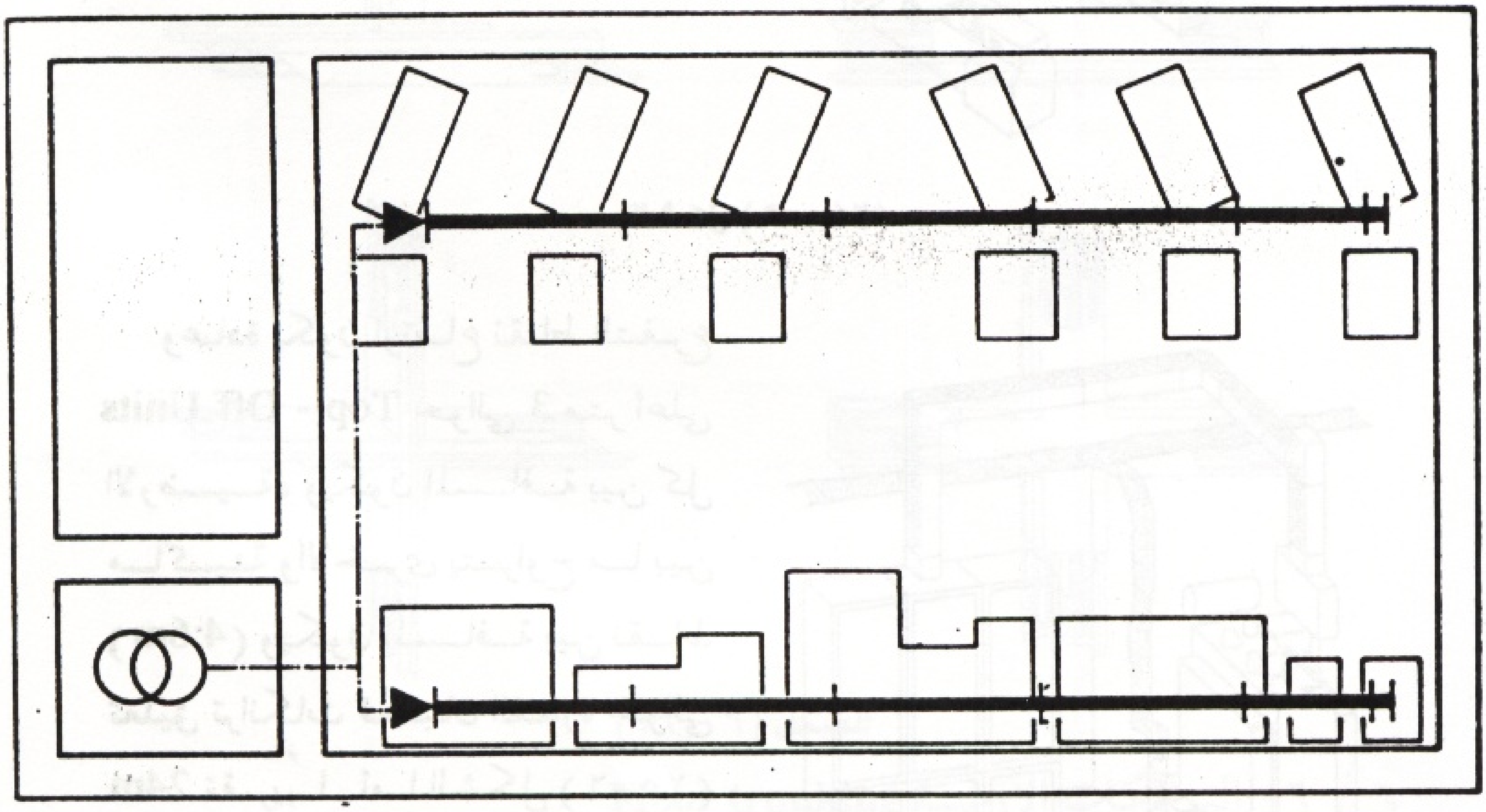
والشكل (٦ - ٢٢) يوضح طريقة تثبيت وحدات إضاءة فلورسنت فى نظام ترانكات القضبان المصنع بشركة Telemec الفرنسية .



الشكل (٦ - ٢٢)

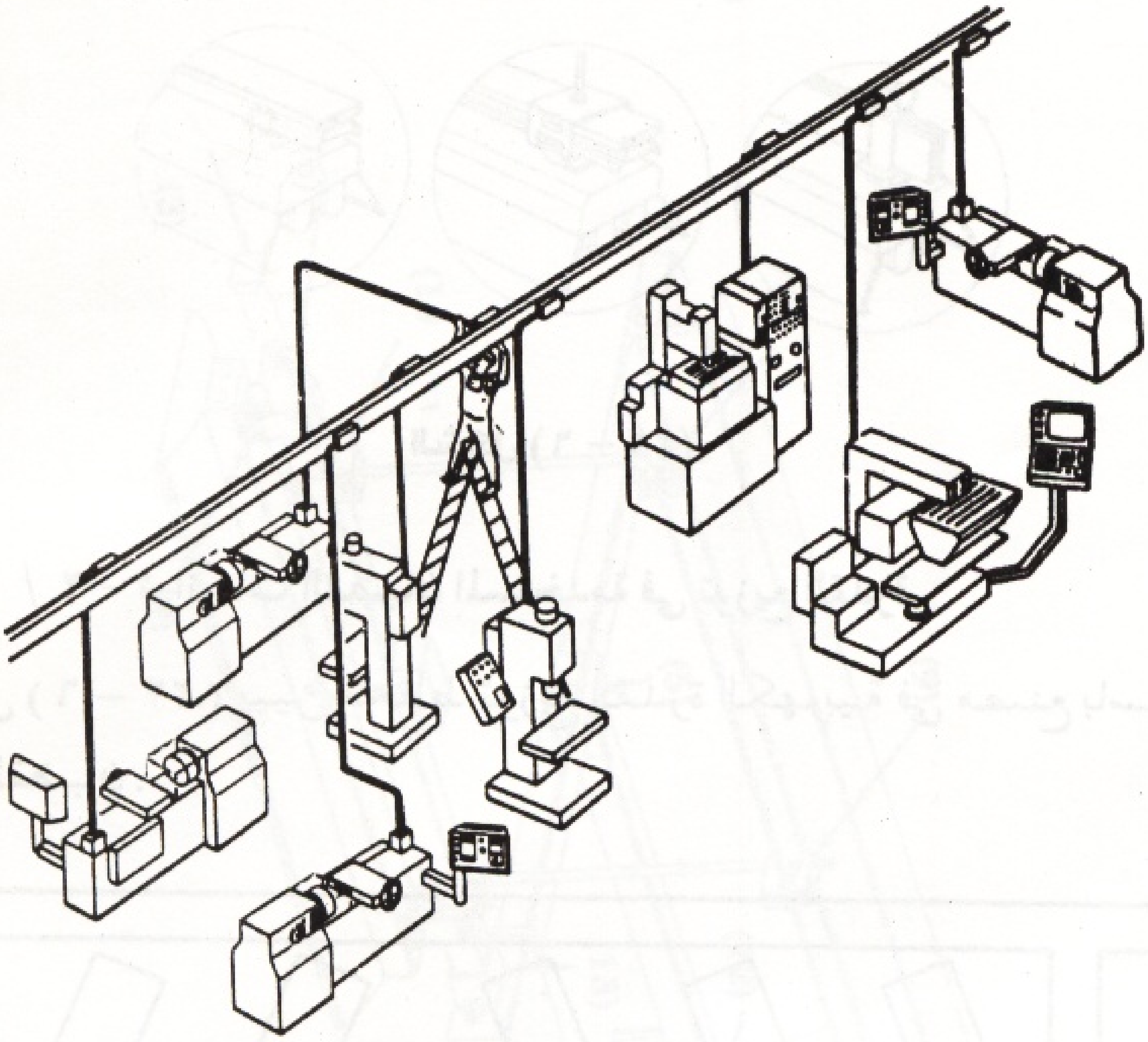
٦ / ٥ / ٢ - ترانكات القضبان المستخدمة فى توزيع القدرة

الشكل (٦ - ٢٣) يبين مخطط توزيع القدرة الكهربية فى مصنع باستخدام ترانكات القضبان .



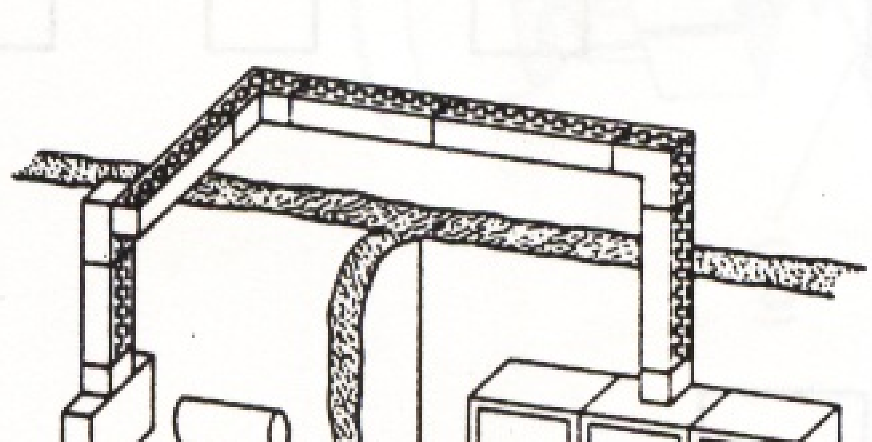
الشكل (٦ - ٢٣)

والشكل (٦ – ٢٤) يبين طريقة استخدام ترانكات قضبان لتوزيع التيار الكهربى على عدة ماكينات بأحد المصانع تبعًا لتوصيات شركة Moeller الألمانية .



الشكل (٦ – ٢٤)

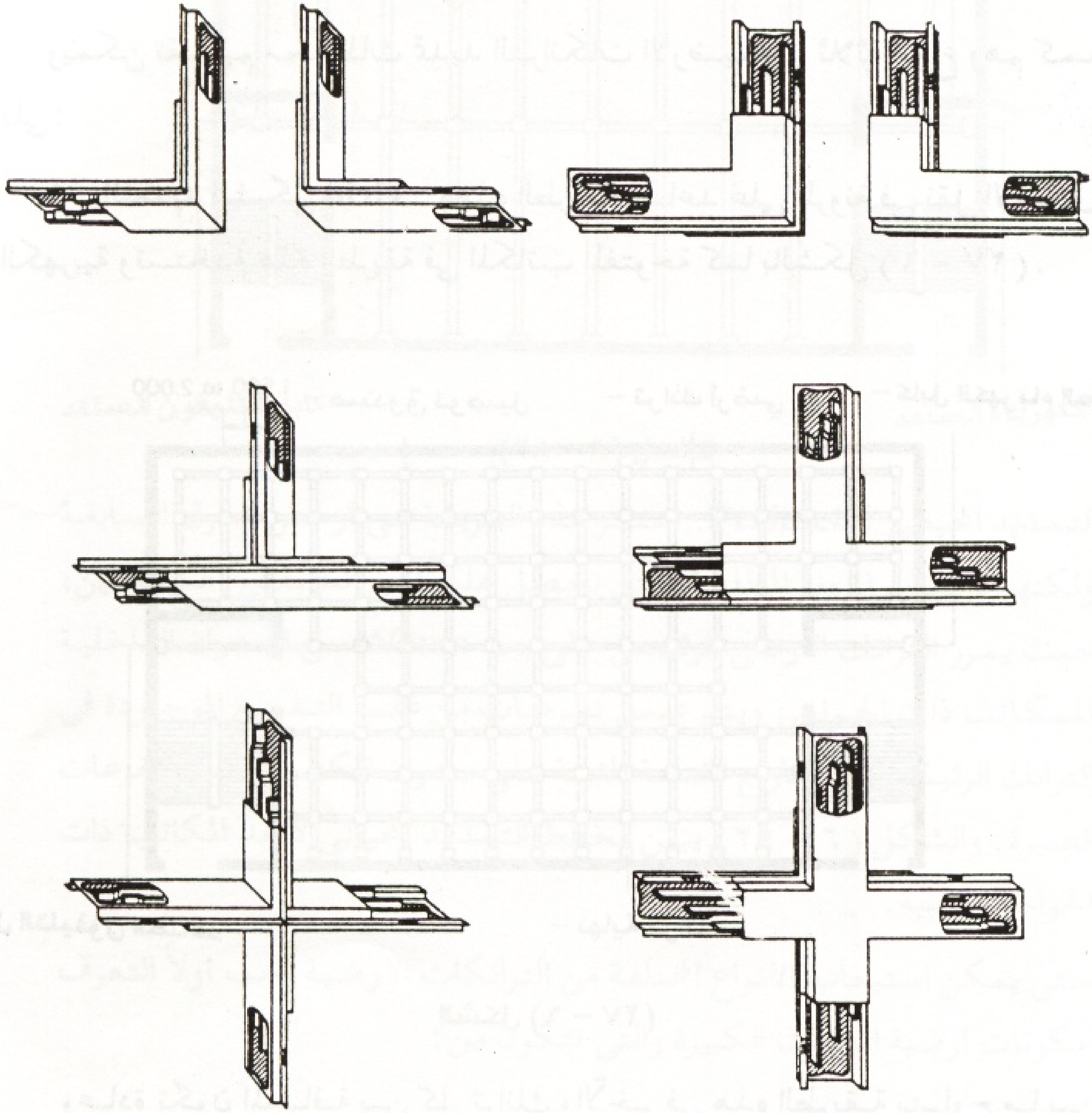
وعادة يكون ارتفاع نقاط التفرع **Top - Off Units** حوالى 3 متر أعلى الأرضية، ويكون المسافة بين كل ماكينة والأخرى يتراوح ما بين (4:6m) ويكون المسافة بين نقاط تعليق ترانكات قضبان القدرة حوالى 24m تقريبًا . أما الشكل (٦–٢٥) فيبين طريقة استخدام ترانكات القضبان للتوصيل بين محول ولوحة التوزيع الرئيسية الخاصة به تبعًا



الشكل (٦ – ٢٥)

لتوصيات شركة Moeller الألمانية.

والجدير بالذكر أنه توجد أشكال مختلفة لوصلات ترانكات القضبان والتى تساعد على مرونة الانتقال من مكان لآخر داخل أماكن توزيع القدرة الكهربية. والشكل (٦ – ٢٦) يبين عدة نماذج مختلفة من هذه الوصلات.



الشكل (٦ – ٢٦)

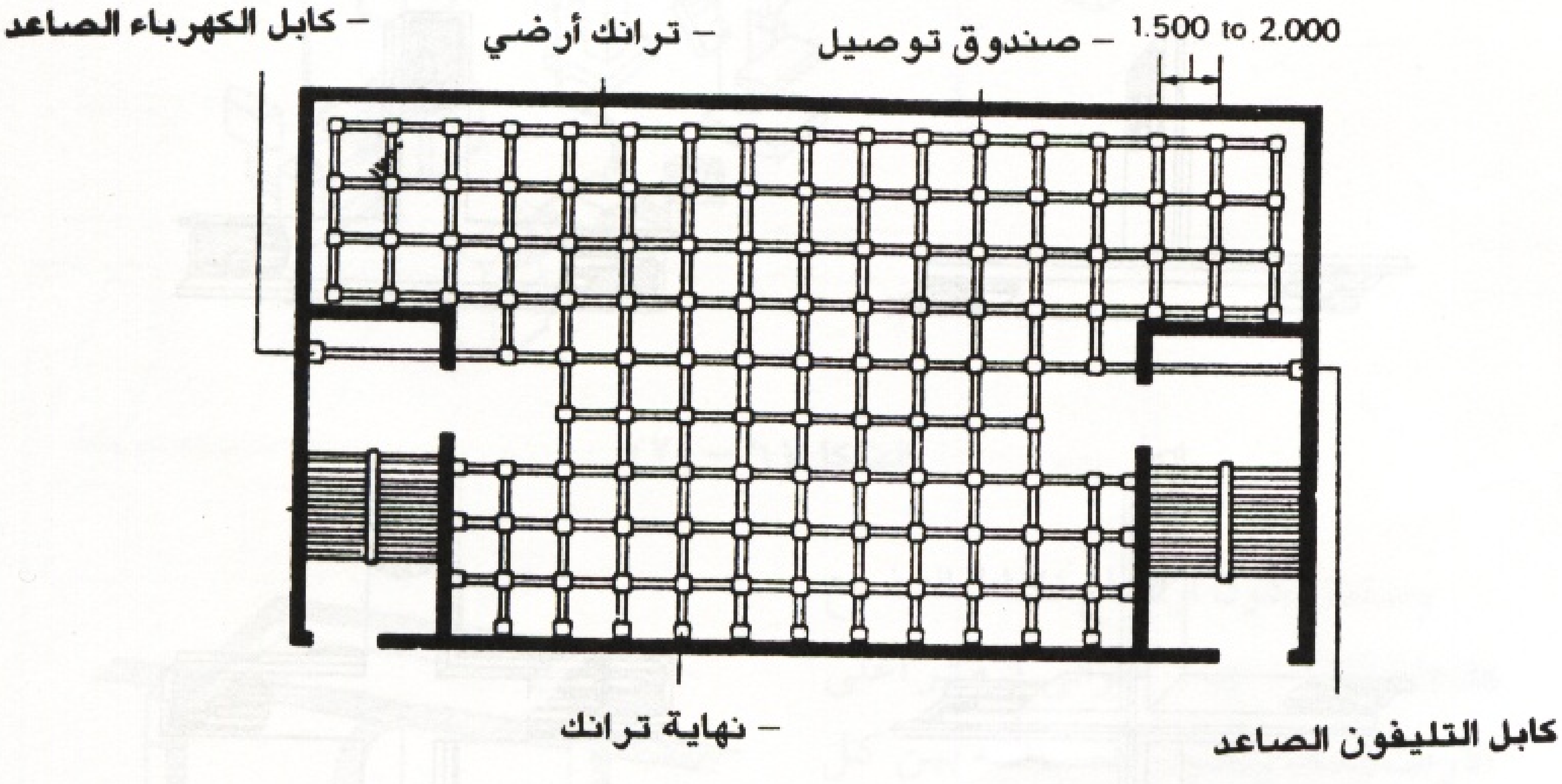
٦ / ٦– الترانكات الأرضية Floor trunking

تستخدم الترانكات الأرضية فى المبانى الكبيرة مثل: المراكز التجارية والمستشفيات والمكاتب المفتوحة والمعارض الكبيرة وصالات الكومبيوتر الواسعة... إلخ.

وهى تستخدم فى توزيع كابلات القدرة والاتصالات وتعتبر أهم مميزات الترانكات الأرضية هو إمكانية نقل الأحمال الكهربية من أى موضع لآخر دون أدنى مشكلة، على سبيل المثال فى المكاتب المفتوحة فعند نقل المكاتب من مكان لآخر ومع وجود الترانكات الأرضية فإن ذلك يكون أمراً سهلاً لتوفر العديد من المخارج فى جميع أرجاء المكتب.

ويمكن تقسيم مخططات تمديد الترانكات الأرضية إلى ثلاثة أنواع وهم كما يلى:

١ - التمديد الشبكى Grid : وهذه الطريقة تساعد على المرونة فى نقل الأحمال الكهربية وتستخدم هذه الطريقة فى المكاتب المفتوحة كما بالشكل (٦ - ٢٧).

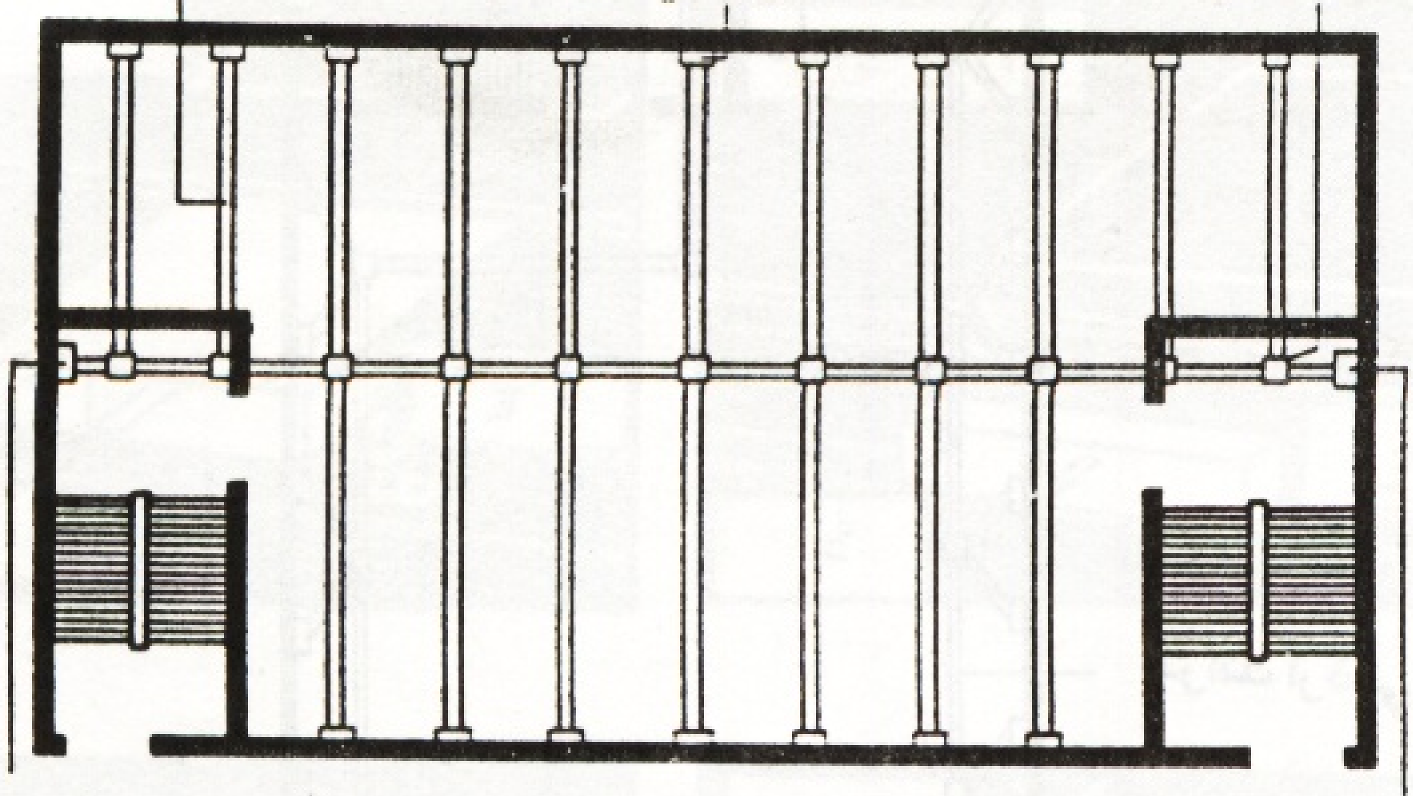


الشكل (٦ - ٢٧)

وعادة تكون المسافة بين كل ترانك والآخر فى هذه الطريقة يتراوح ما بين (1.5:2m) وقد تتغير هذه المسافة تبعًا لدرجة المرونة المطلوبة.

٢ - التمديد المتفرع Branching: وتستخدم هذه الطريقة ترانك رئيسى فى المنتصف يقوم بتغذية المخارج المختلفة التى قد تكون مثبتة على الحوائط، وتستخدم هذه الطريقة فى المكاتب ذات الحواجز والتى تحتوى على ممر فى

المنتصف ومجموعة من المكاتب المشكلة بالحواجز. والشكل (٦ - ٢٨) يبين طريقة تنفيذ هذه الطريقة فى أحد المكاتب ذات الحواجز الجانبية.



الشكل (٦ - ٢٨)

٣ - التمديد المحيطى Perimeter: تعتبر هذه الطريقة هى أرخص الطرق السابقة ولكنها لا تعطى المرونة المطلوبة والتى نحصل عليها من الطريقتين السابقتين، حيث يمرر الترانك الأرضى الرئيسى على بعد 450mm من الجدران الداخلية للمكاتب ذات الحواجز ويتم عمل تفرعات من علب التفريع الموجودة فى الترانك الرئيسى إلى المخارج المختلفة المثبتة على جدران المكتب بواسطة تفرعات قصيرة. والشكل (٦ - ٢٩) يبين مخطط التمديد المحيطى لأحد المكاتب ذات الحواجز الجانبية.

وحتى يمكن استيعاب الأنواع المختلفة من الترانكات الأرضية يجب أولاً التعرف على مكونات أرضية المنشآت الكبيرة والتى تتكون من:

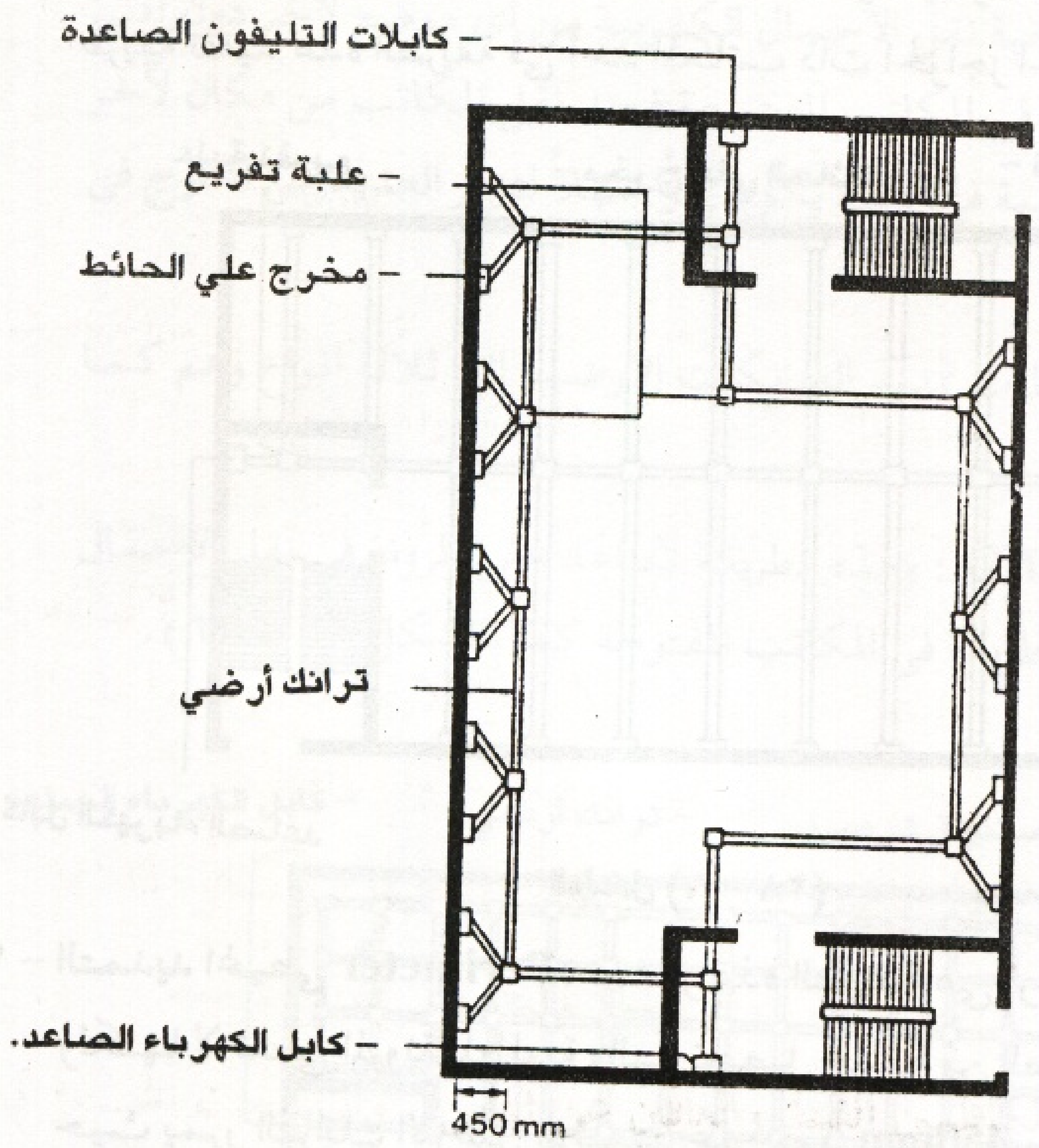
١ - طبقة خرسانة.

٢ - طبقة الخدمة وهذه الطبقة لها عدة وظائف مثل:

أ - ضبط المستوى النهائى للخرسانة.

ب - العزل الحرارى.

جـ - منع تسرب الماء للخرسانة.



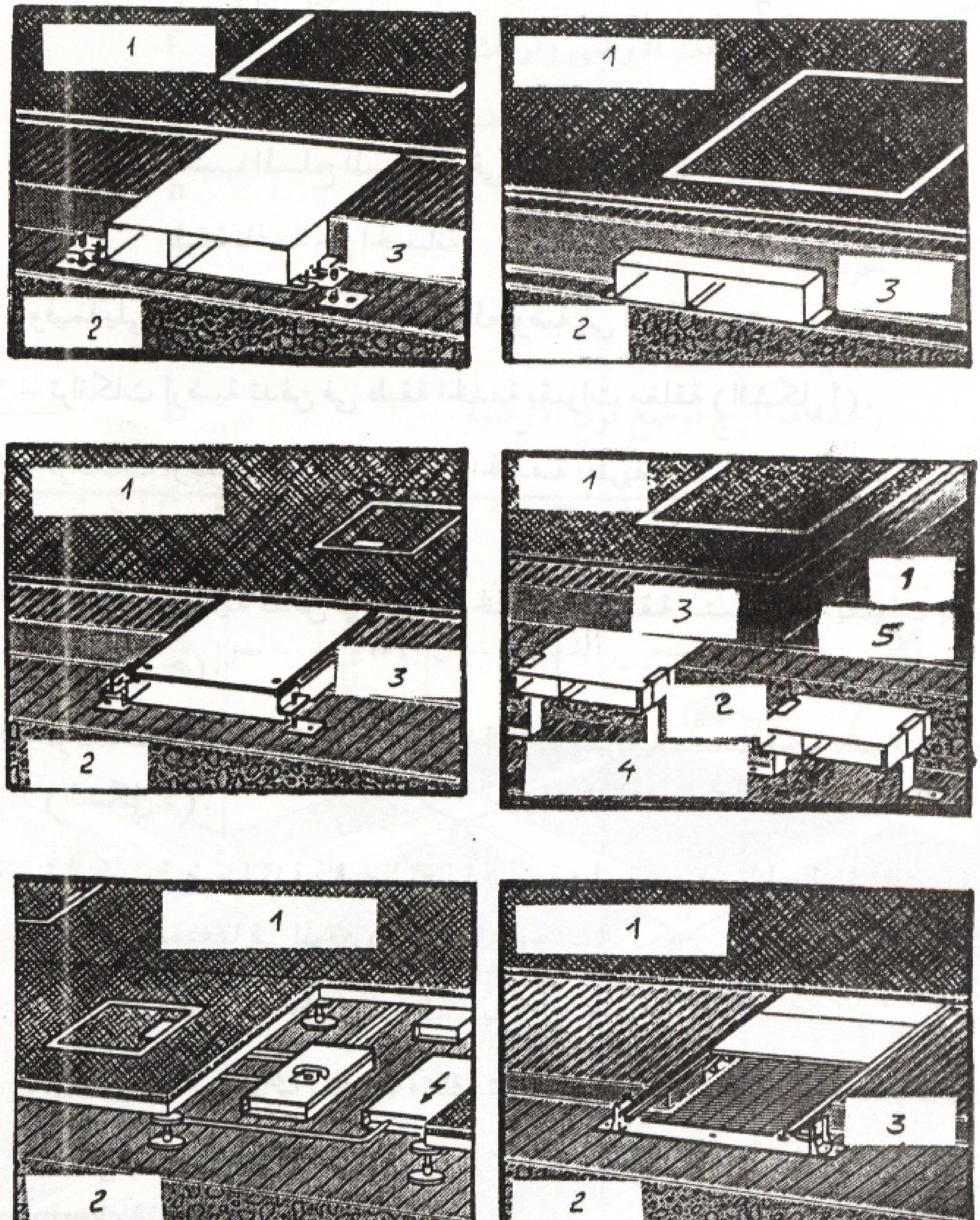
الشكل (٦ – ٢٩)

د – التقليل من انتقال الضوضاء من طابق لآخر.

٣ – طبقة الأرضية النهائية والتى تكون إما بلاط أرضية أو طبقة خشب أو موكيت.

وعادة تثبت الترانكات الأرضية فى طبقة الخدمة بطرق مختلفة أو فوق طبقة الأرضية النهائية.

والشكل (٦ – ٣٠) يعرض بعض أنواع الترانكات الأرضية المنتجة بشركة Ackermann الألمانية.



الشكل (٦ – ٣٠)

حيث إن :

طبقة الأرضية النهائية	1
طبقة الخرسانة	2
طبقة الخدمة	3
خشب المسلح المستخدم فى صب السقف	4
طبقة ناعمة من الخرسانة	5

وفيما يلى أنواع الترانكات الأرضية المعروضة فى الشكل (٦ - ٣٠) .

١ - ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخدمة بقنوات مغلقة (الشكل أ) .

٢ - ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة بقنوات مغلقة (الشكل ب) .

٣ - ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخرسانة بطريقة متساطحة بقنوات بأغطية (الشكل جـ) .

٤ - ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة بقنوات بأغطية (الشكل د) .

٥ - ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة بقنوات بأغطية ويمكن تجميعها فى الموقع (الشكل هـ) .

٦ - نظام تمديد بمخارج للأرضيات الكاذبة (الشكل و) .

٦ / ٦ / ١- ترانكات بقنوات مغلقة تدفن فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة

الشكل (٦ - ٣١) يعرض طريقة تركيب هذا النظام تبعًا لتوصيات شركة Ackermann الألمانية .

حيث إن :

ترانك أرضى بفتحات	a
ترانك أرضى بدون فتحات	b

c ركائز

d علبة تفريغ بغطاء

e فتحات تستخدم فى التركيب وتمديد الأسلاك

f وصلة بين الترانك الأرضى وترانك الحائط

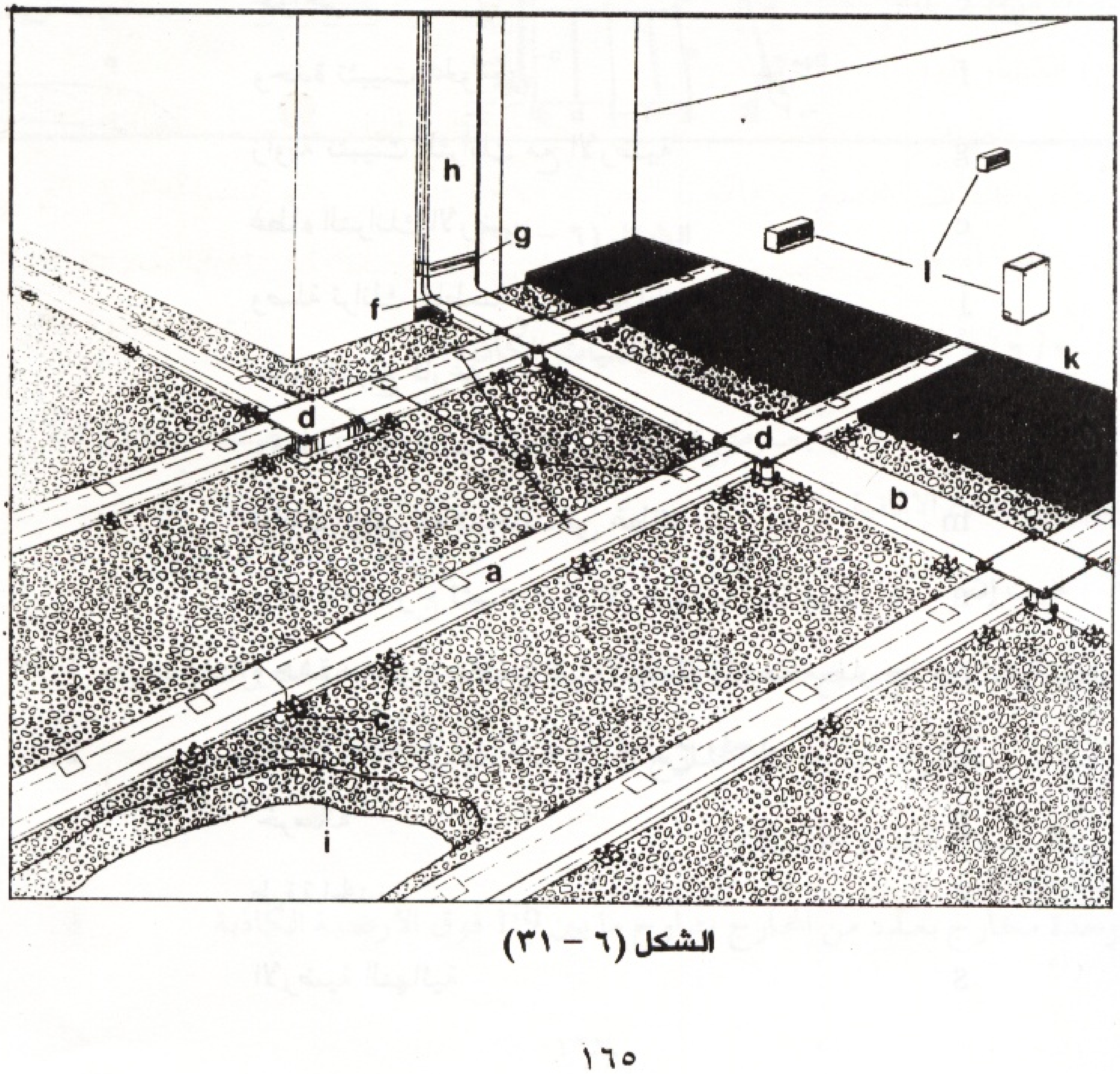
g قافيز أحكام لوصل الترانك الأرضى مع ترانك الحائط

h ترانك حائط

I خرسانة

k أرضية نهائية

L وحدة مخارج توضع فوق الأرضية



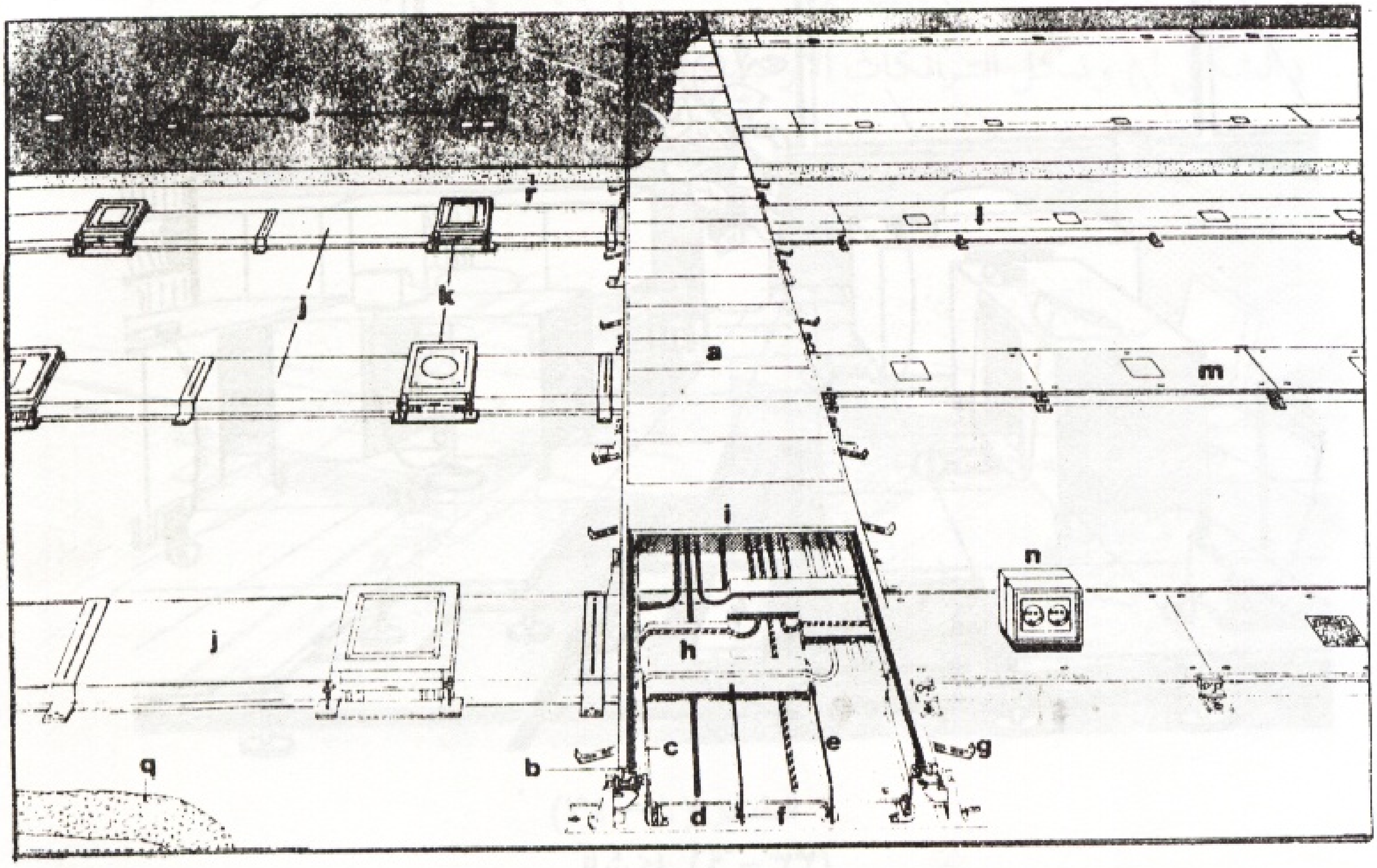
الشكل (٦ - ٣١)

٦/٦/٢- ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخدمة بأغطية ويمكن تجميعها

الشكل (٦- ٣٢) يعرض تركيب ترانكات أرضية تدفن فى طبقة الخدمة بطريق متساطحة وهى بأغطية ويمكن تجميعها فى الموقع تبعًا لتوصيات شركة Ackermann الألمانية.

حيث إن :

ترانك أرضى بغطاء	a
زاوية لتثبيت جوانب الترانك فى حوض الترانك	b
الجدران الجانبية للترانك	c
ركائز لحمل الترانك الأرضى على الخرسانة	d
حواجز	e, h
وحدة تثبيت الحواجز	f
زاوية تثبيت الترانك مع الأرضية	g
غطاء الترانك الأرضى	e
وصلة ترانك غاطسة فى طبقة الخدمة	j
علبة تفريغ فارغة	k
وصلة ترانك متساطحة مع طبقة المونة	L
ترانك أرضى به فتحات فى غطائه	m
وحدة مخارج تثبت فوق الأرضية بأربعة مخارج	n
وحدة مخارج غاطسة فى الأرضية بأربعة مخارج	o
وحدة غاطسة فى الأرضية بمخرج واحد	p
خرسانة	q
طبقة الخدمة	r
الأرضية النهائية	S



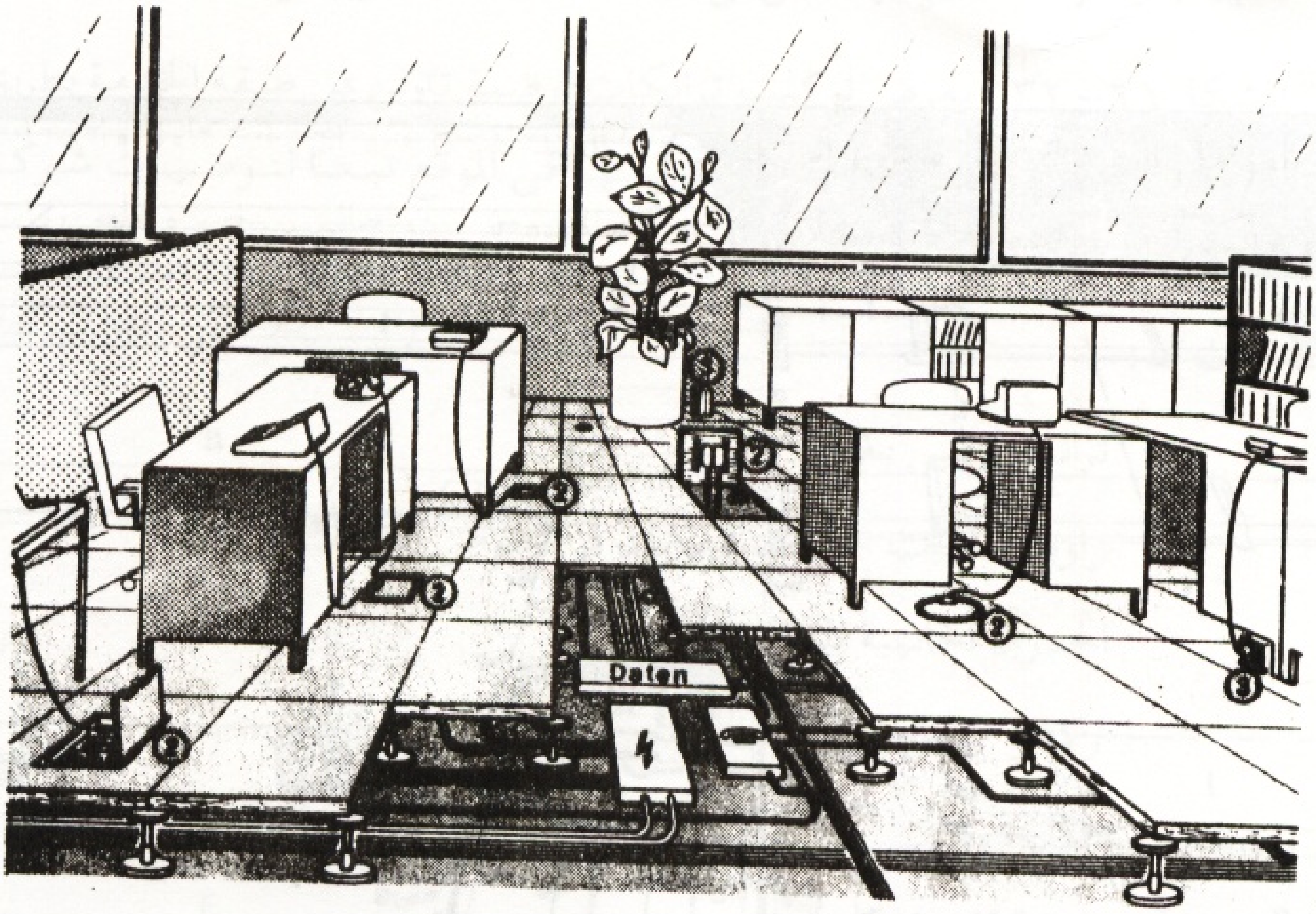
الشكل (٦ - ٣٢)

٦ / ٦ / ٣ - نظام تمديد بمخارج للأرضيات الكاذبة

الشكل (٦ - ٣٣) يعرض تركيب هذا النظام تبعاً لتوصيات شركة Ackermann الألمانية .

حيث إن :

1. علب أرضية لتوزيع القدرة الكهربية وخطوط المعلومات والتليفون .
2. وحدة مخارج بعدد من المخارج يتراوح ما بين 1:9 غاطسة فى الأرضية الكاذبة (المحمولة)
3. وحدة مخارج بعدد من المخارج يتراوح ما بين 1:9 فوق الأرضية الكاذبة .



الشكل (٦ – ٣٣)

٦/٦/٤ – خطوات تركيب الترانكات الأرضية

يوجد عدة خطوات متبعة لتركيب أنظمة الترانكات الأرضية بصفة عامة يمكن تلخيصها فيما يلى:

١ – تحديد مسارات الترانكات المطلوبة تبعاً للمخطط المعمارى المطلوب تنفيذه مثل المبينة فى الأشكال (٦ – ٢٧ ، ٦ – ٢٨، ٦ – ٢٩)، وذلك باستخدام مجموعة من الخيوط.

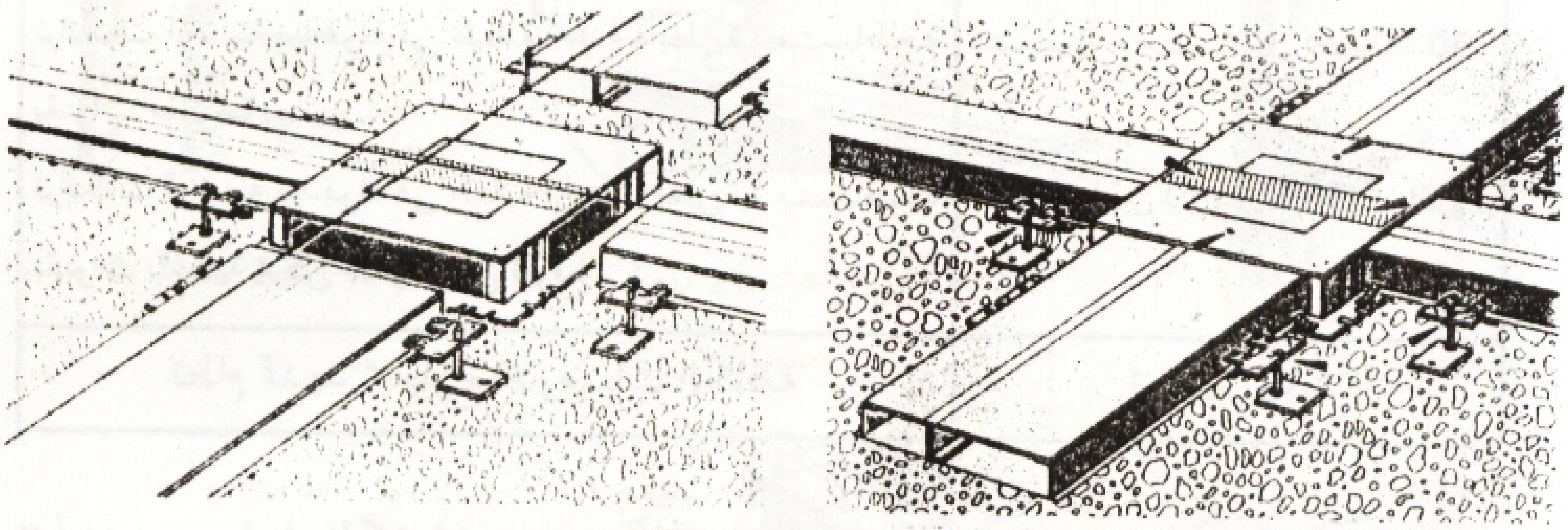
٢– وضع جميع أجزاء الترانكات المستخدمة تحت الخيوط.

٣ – تجميع هذه الأجزاء معاً.

٤ – تثبيت هذه الترانكات فى الأرضية الخرسانية بعد ضبط المستوى الأفقى لها باستخدام جهاز ضبط المستوى الأفقى المستخدم فى الأعمال المدنية.

٥ - تثبيت الترانكات فى الأرضية الخرسانية على الوضع النهائى باستخدام المونة.

والشكل (٦ - ٣٤) يبين طريقة استخدام الخيط فى تحديد مسارات الترانكات (الشكل أ) وشكل الترانكات الأرضية المجمعة فى الأرضية الخرسانية باستخدام الخوابير البلاستيك والدريل (الشكل ب).



الشكل (٦ - ٣٤)

٦/٦/٥ - اختيار نظام الترانكات الأرضية المناسب

يمكن اختيار نظام الترانكات الأرضية المناسب تبعاً لسمك طبقة الخدمة والتى يتم تحديدها من قبل المهندس المعمارى.

والجدول (٦ - ٧) يبين قواعد اختيار نظام الترانكات الأرضية تبعاً لسمك طبقة الخدمة.

الجدول (٦ – ٧)

نظام الترانكات الأرضية	سمك طبقة الخدمة
ترانكات أرضية تدفن فى الخرسانة بطريقة متساطحة أو مدفونة .	أصغر من أو تساوى 35mm .
ترانكات أرضية مدفونة فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة بقنوات مغلقة .	تتراوح ما بين 40:65mm .
ترانكات أرضية مدفونة فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة بقنوات مفتوحة .	تتراوح ما بين 40:60mm .
ترانكات أرضية مدفونة فى طبقة الخدمة بطريقة متساطحة بقنوات بأغطية يمكن تجميعها فى الموقع .	تتراوح ما بين (50:90mm) أو أكبر .
نظام تمديد بمخارج للأرضيات الكاذبة	أرضية كاذبة

٦ / ٧ – حوامل الكابلات Cable tray

تستخدم حوامل الكابلات فى نقل الكابلات داخل أرجاء المصانع خاصة والمنشآت الكبيرة عامة ويوجد منها ثلاثة أنواع :

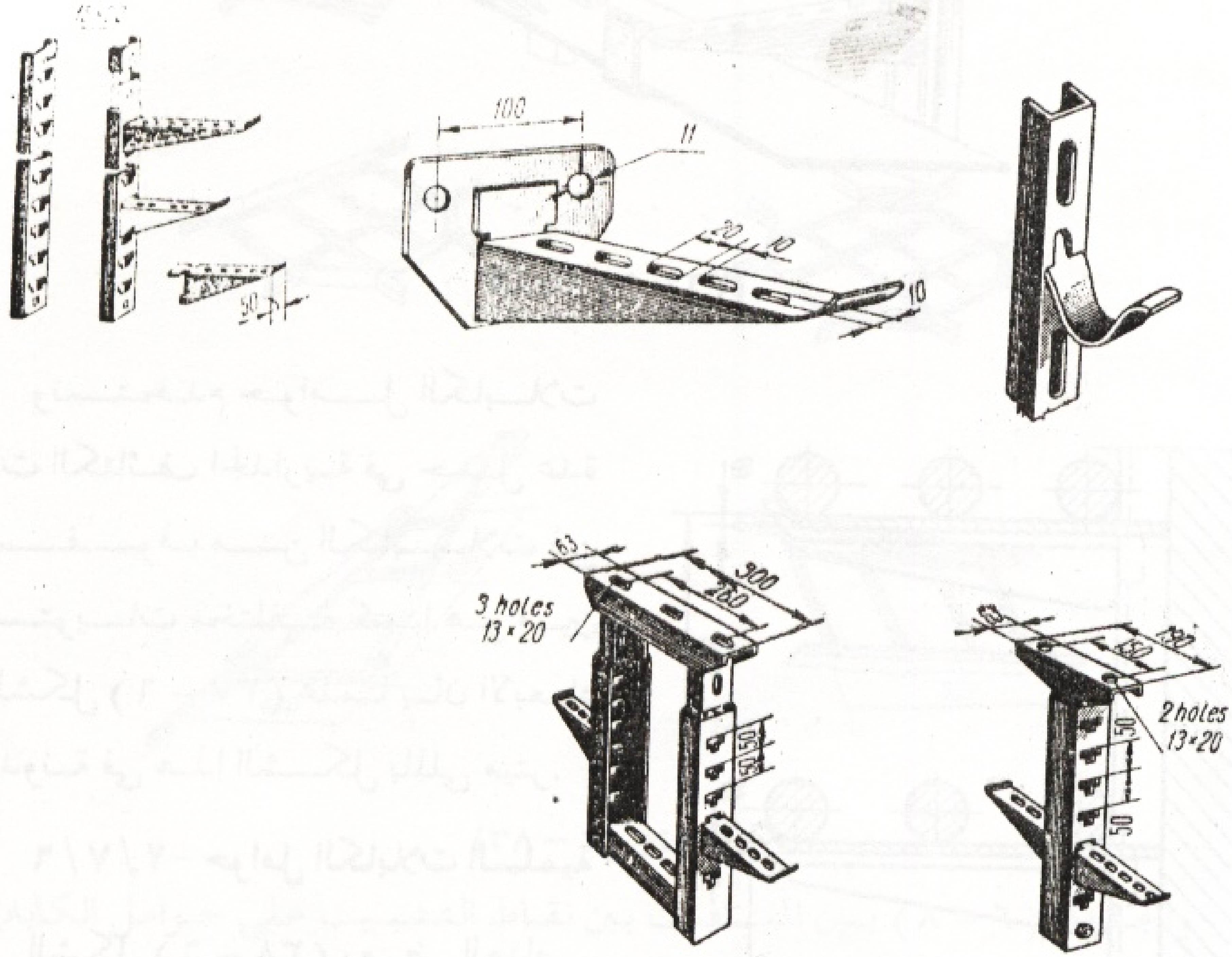
١ – حوامل كابلات بكتائف Cable racking .

٢ – حوامل كابلات بأحواض سلمية Cable ladder .

٣ – حوامل الكابلات ذات الأحواض المثقبة Grid Cable tray .

٦ / ٧ / ١ – حوامل الكابلات ذات الكتائف

الشكل (٦ – ٣٥) يعرض عدة نماذج لحوامل كابلات بكتائف .



الشكل (٦ – ٣٥)

فالشكل (أ، ب، جـ)، يعرض ثلاثة نماذج لحوامل كابلات بكتائف تثبت على الحائط .

والشكل (د، هـ) يعرض نموذجين لحوامل كابلات بكتائف تثبت فى السقف .

والشكل (٦ – ٣٦) يعرض نموذجًا متكاملاً لحامل كابلات بكتائف يثبت على الحائط .

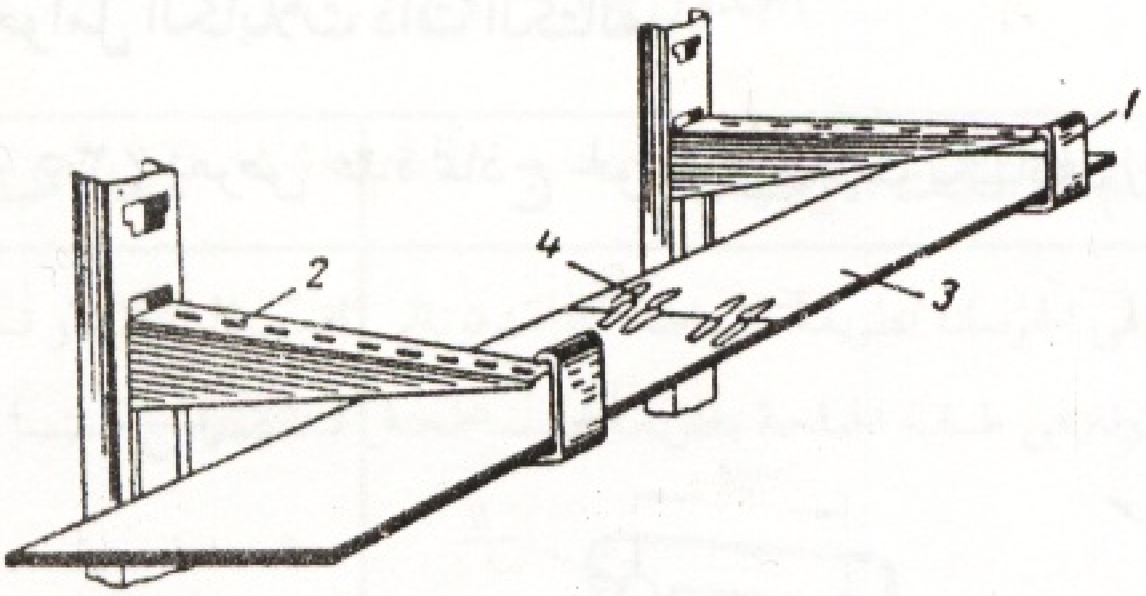
حيث إن :

قافيز لتعليق اللوح الفاصل 1

فتحات لتثبيت الكابلات 2

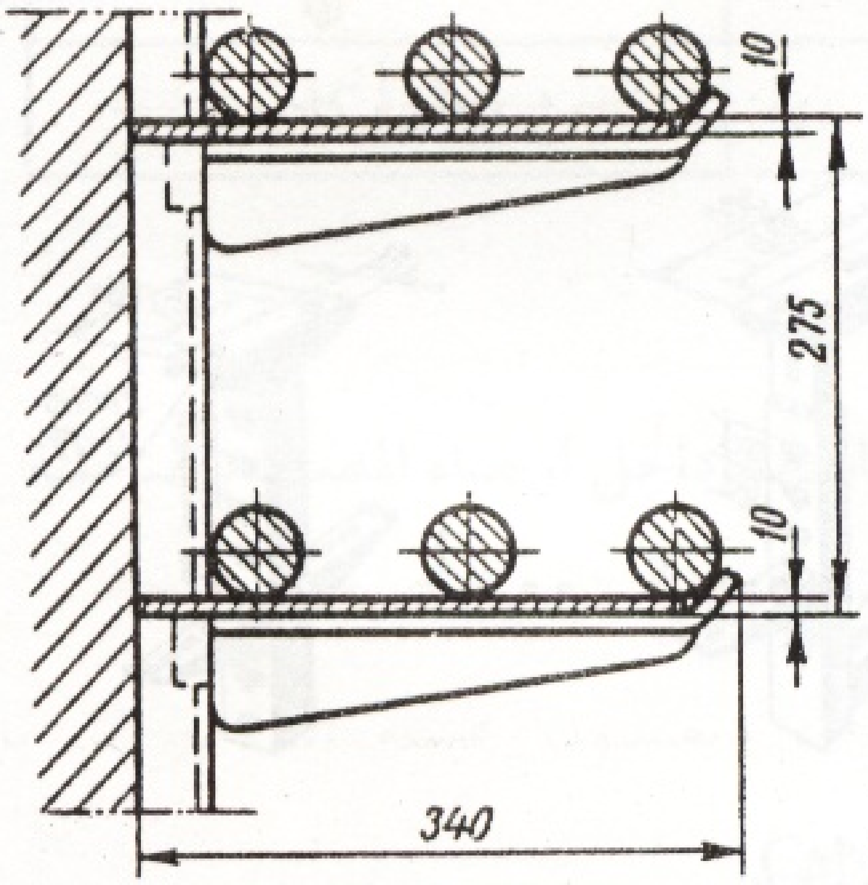
لوح من الأسبستس لفصل مستويات الكابلات المختلفة 3

كلبس لتثبيت لوحين فصل الكابلات معاً 4



الشكل (٦ – ٣٦)

وتستخدم حوامل الكابلات ذات الكتائف الجدارية فى حمل عدة صفوف من الكابلات فى مستويات مختلفة كما هو مبين بالشكل (٦ – ٣٧) علماً بأن الأبعاد المدونة فى هذا الشكل بالملى ميتر.



الشكل (٦ – ٣٧)

٦ / ٧ / ٢- حوامل الكابلات السلمية

الشكل (٦ – ٣٨) يعرض العناصر التى يتكون منها نظام حوامل الكابلات السلمية وهم كما يلى:

حامل كابلات سلمى مستقيم (الشكل أ).

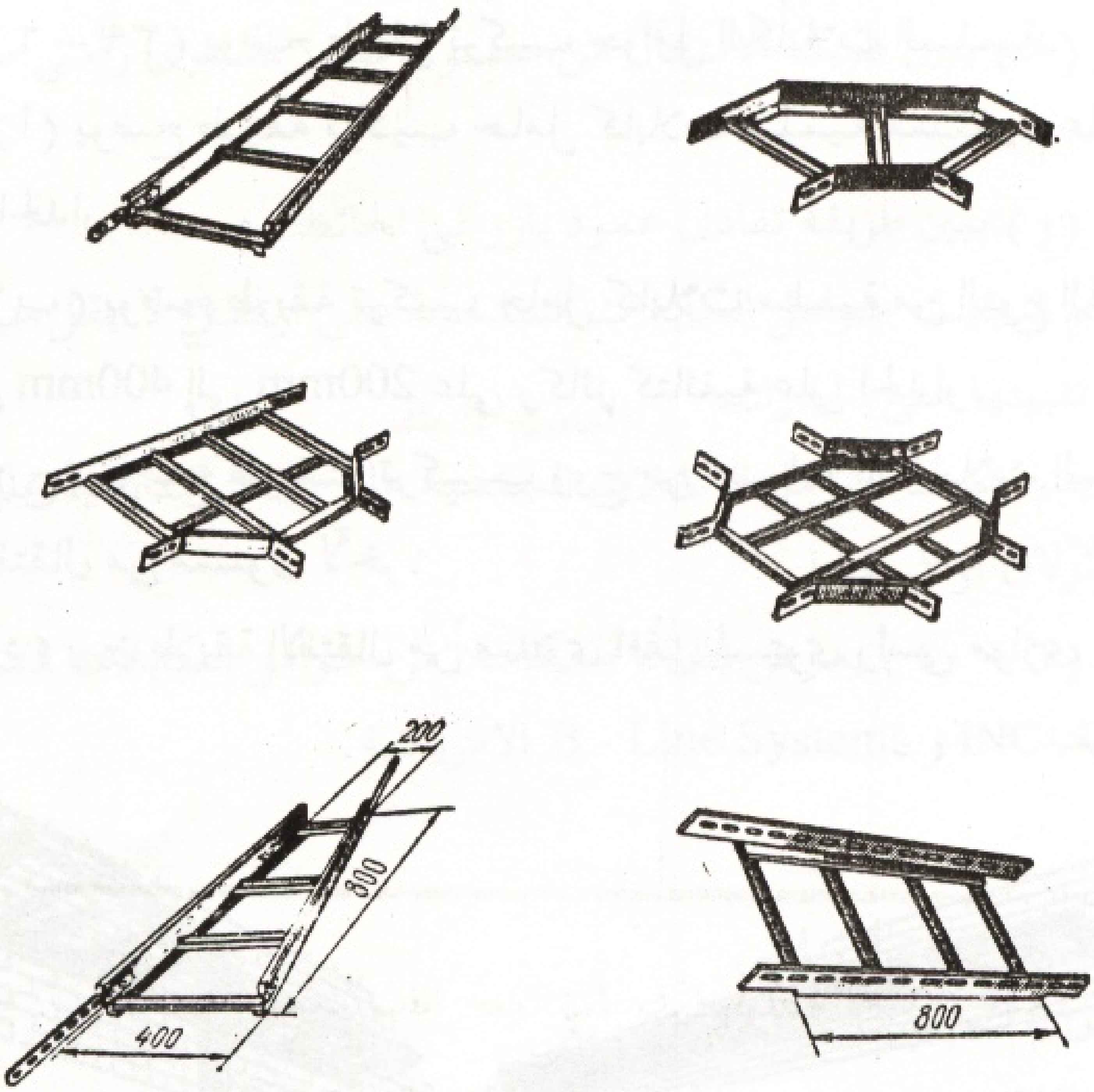
حامل كابلات سلمى زاوى (الشكل ب).

حامل كابلات سلمى على شكل T (الشكل جـ).

حامل كابلات سلمى على شكل صليب (الشكل د).

حامل كابلات سلمى يتناقص فى العرض (الشكل هـ).

حامل كابلات سلمى يستخدم ككوبرى بين حاملين المسافة بينهم أقل من أو تساوى 800mm (الشكل و).



الشكل (٦ – ٣٨)

والجدول (٦ – ٨) يبين المسافات بين نقاط التثبيت على حوامل الكابلات الكتائفية أو السلمية.

الجدول (٦ – ٨)

المسافة بين نقاط التثبيت		ظروف التمديد
الرأسية m	الأفقية m	
2	1	حامل كابلات بكتائف يحمل كابلات بعزلPVC مدرع أو غير مدرع.
7	0.5	حامل كابلات بكتائف يحمل كابلات بعزل مطاط غير مدرعة.
2.4	2.4	حامل كابلات سلمى لإمرار كابلات قطرها الخارجى18:20mm .
1.6	1.6	حامل كابلات سلمى لإمرار كابلات قطرها الخارجي أكبر من20mm .
عند جميع نقاط تثبيت الحوامل		عند التمديد الرأسي.
عند نهاية كل مسار مستقيم		عند التمديد الأفقي.
عند نهاية المنحنيات وعند النقاط المتوسطة للمنحنيات		عند المنحنيات الأفقية أو الرأسية.
على الأقل على بعد 100mm من نقاط التفرع للأحمال		عند تفرغ الكابلات إلى الأحمال.
عند جانبى الحائط		عند عبور الكابلات داخل حائط.

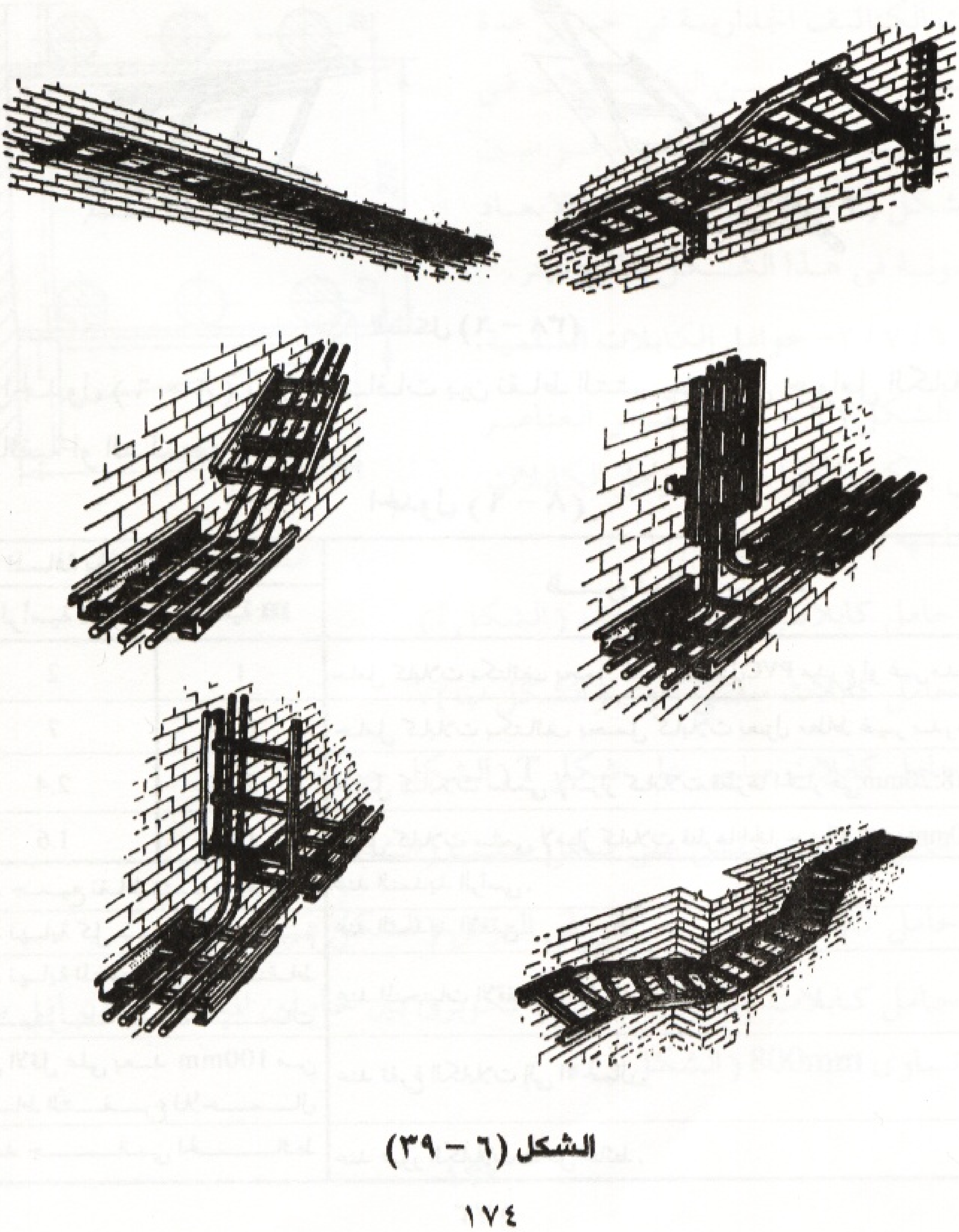
والشكل (٦ - ٣٩) يوضح طريقة تركيب حوامل الكابلات السلمية.

فالشكل (أ) يوضح طريقة تركيب حامل كابلات سلمية مستقيم على ركائز كتائفية على الجدار.

والشكل (ب) يوضح طريقة تركيب حامل كابلات سلمية من النوع الذى يقلل من العرض من 400mm إلى 200mm على ركائز كتائفية على الجدار.

والشكل (ج) يوضح طريقة تركيب زوج من حوامل الكابلات السلمية المستقيمة للانتقال من مستوى لآخر.

والشكل (د) يبين طريقة الانتقال من مستوى أفقي لمستوى رأسي موازى للحائط.



الشكل (٦ - ٣٩)

والشكل (هـ) يبين طريقة الانتقال من مستوى أفقى لمستوى رأسى متعامد مع الحائط.

والشكل (و) يبين طريقة تفادى عمود بارز فى الحائط.

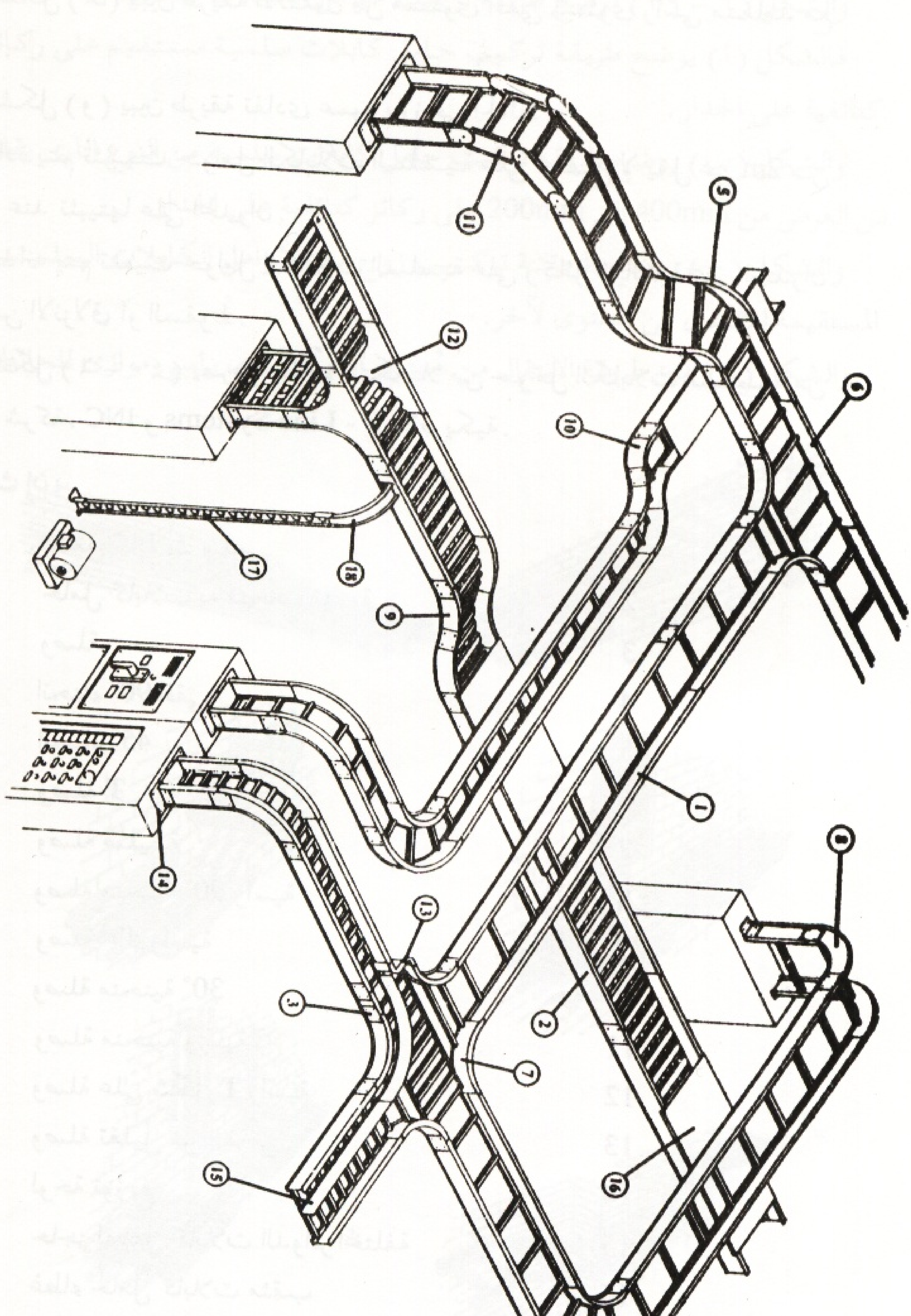
وعادة يتم تثبيت حوامل الكابلات السلمية على ارتفاع لا يقل عن 2m من الأرض عند تثبيتها على الجدران.

كما أنه يتم تثبيت حوامل الكابلات السلمية على ركائز كتائفية على الجدران لمنعها من الانزلاق أو السقوط.

والشكل (٦ – ٤٠) يعرض نظامًا متكاملاً من حوامل الكابلات السلمية من تصميم شركة. INC و B - Line Systems الأمريكية.

حيث إن :

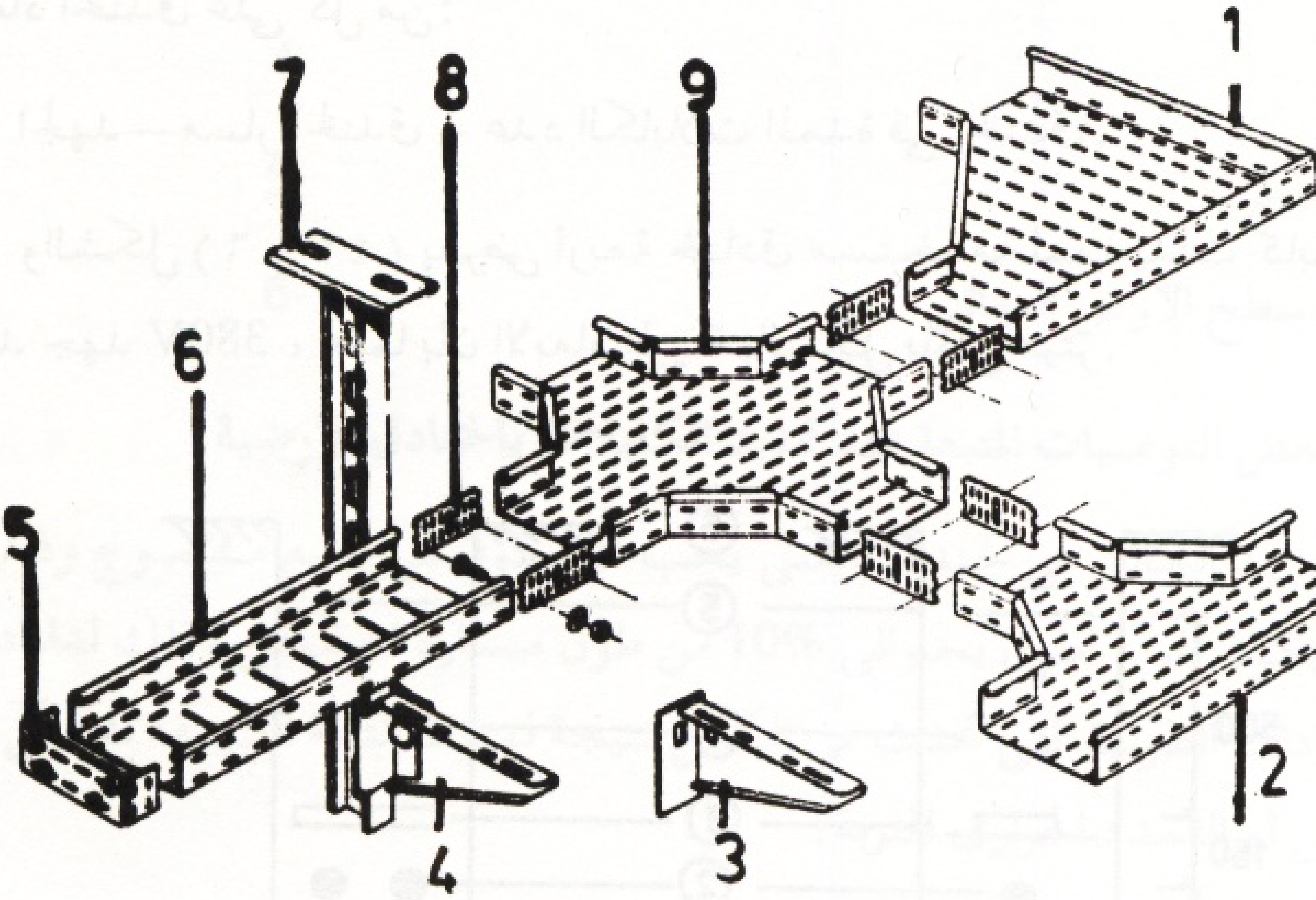
حامل كابلات سلمى	1
حامل كابلات به فتحات تهوية	2
وصلة	3
انحناء °90 أفقى	4
انحناء °45	5
وصلة T	6
وصلة صليبية	7
وصلة منحنية °90 رأسية	8
وصلة °45 رأسية	9
وصلة منحنية °30	10
وصلة منحنية رأسية	11
وصلة على شكل T رأسية	12
وصلة تقليل من العرض	13
لوحة توزيع	14
حاجز لفصل كابلات الدوائر المختلفة	15
غطاء لحامل كابلات مثقب	16
وصلة تفريغ لأحد الأحمال	17
وصلة منحنية لتمديد كابل لأحد الأحمال	18



الشكل (٦ - ٤٠)

٦ / ٧ / ٣- حوامل الكابلات المثقبة

الشكل (٦ – ٤١) يبين الأجزاء المختلفة التي يتكون منها حامل كابلات بحوض ومثقب.



الشكل (٦ – ٤١)

حيث إن :

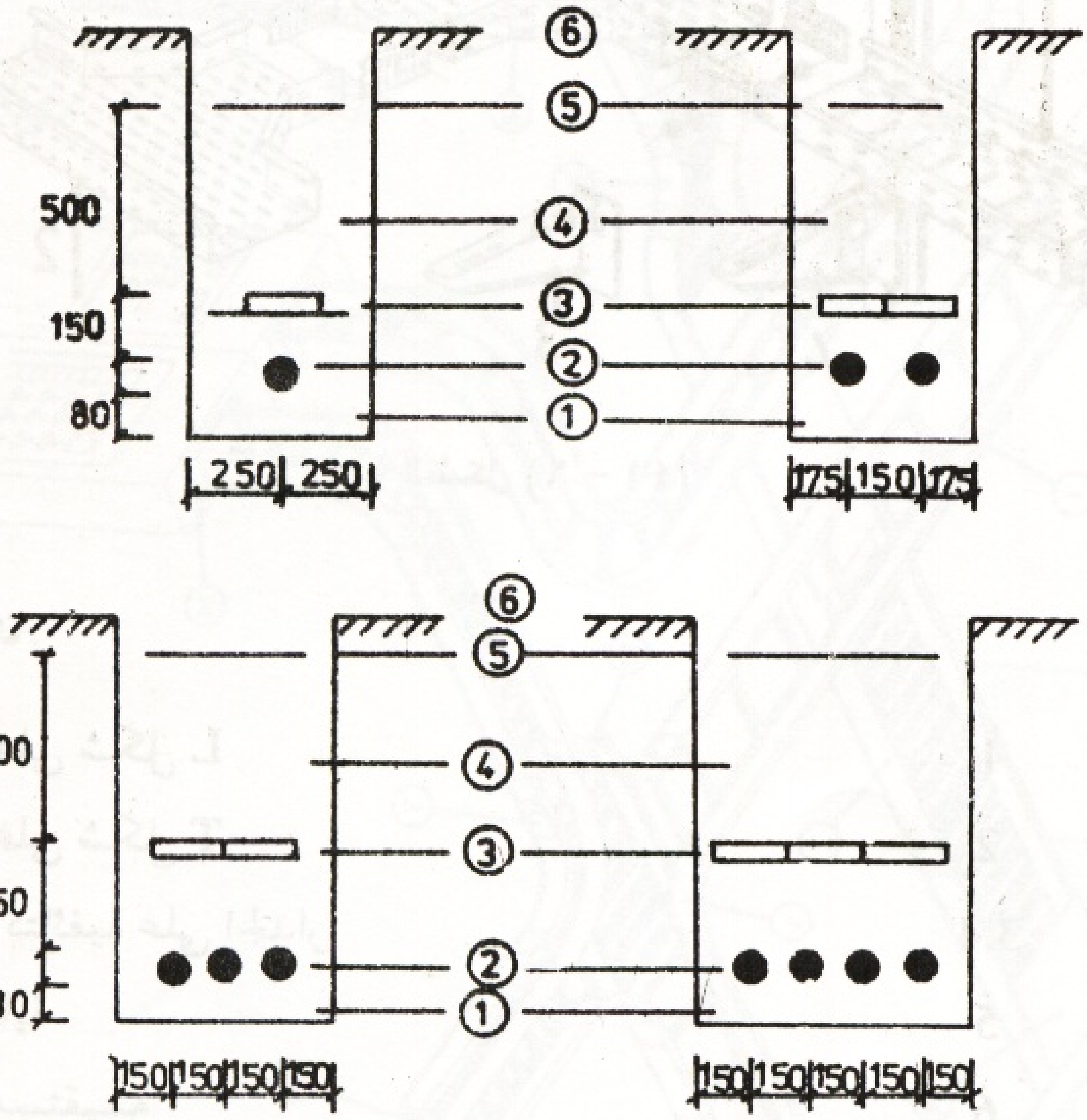
وصلة على شكل L	1
وصلة على شكل T	2
ركيزة كتائفية على الجدار	3.4
لوح نهاية	5
وصلة مستقيمة	6
حامل تثبيت ركيزة كتائفية على مستويات يمكن تعديلها	7
ألواح لتثبيت الوصلات المختلفة	8
وصلة على شكل صليب	9

٦ / ٨ - الخنادق الأرضية Trenchs

تعد طريقة تمديد الكابلات داخل الخنادق الأرضية من الطرق الاقتصادية فى تمديد الكابلات، وتستخدم هذه الطريقة عادة فى التوزيع فمثلاً : تمدد الكابلات من محولات التوزيع للمصنع إلى لوحة التوزيع بالمصنع فى خنادق أرضية. وتعتمد أبعاد الخندق على كلٍ من:

الجهد - مسار الخندق - عدد الكابلات الممدة فى الخندق.

والشكل (٦ - ٤٢) يعرض أربعة خنادق مستخدمة لتمديدات كابلات تعمل عند جهد 380V ، علماً بأن الأبعاد المبينة بالشكل بالملى ميتر.



الشكل (٦ - ٤٢)

حيث إن :

1 رمل ناعم

2 كابل

3 قوالب طوب

4 ردم

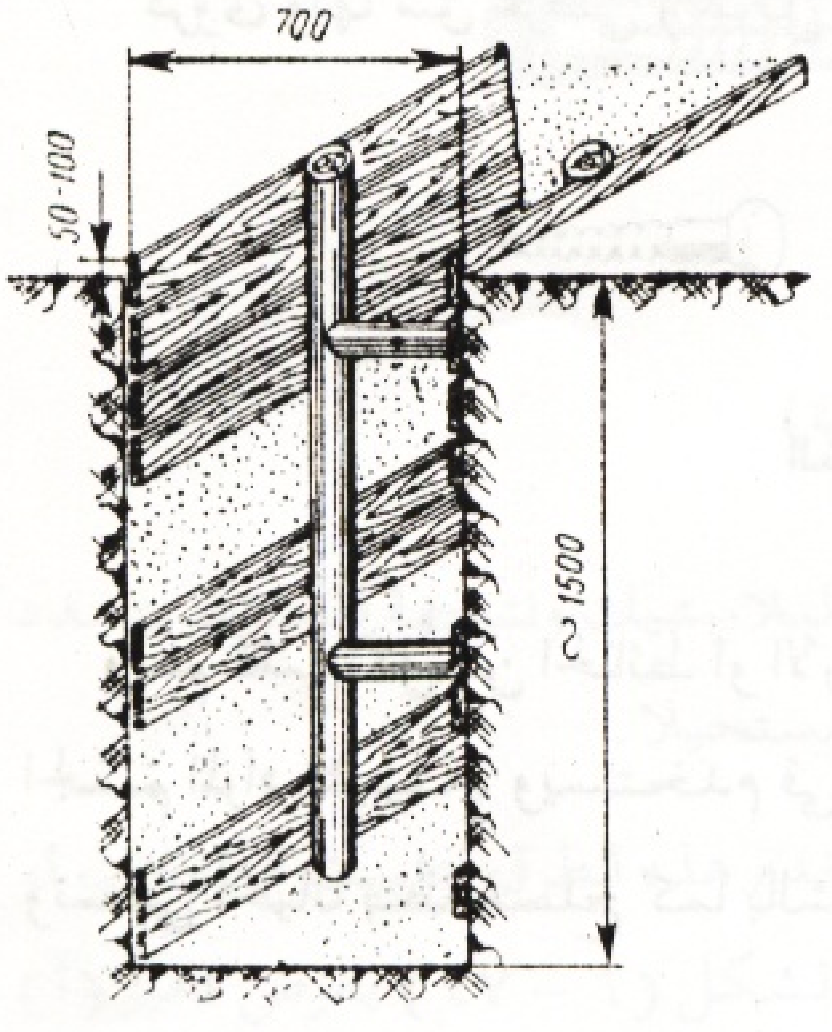
5 شريط تحذير

6 مستوى سطح الأرض النهائى

وهناك بعض التوصيات المتبعة عند تمديد الكابلات بالخنادق الأرضية :

١ – عند تمديد الكابل فى خندق أرضى يجب أن يكون فى وضع متموج وذلك حتى يكون طوله أطول بحوالى 10% من طول مساره الحقيقى وذلك لتفادى الإجهادات الطولية التى تحدث فى الكابل نتيجة لهبوط التربة اللاصقة للكابل أو التقلص أو التمدد الحرارى للتربة.

٢ – عند عمل وصلات فى الكابلات يجب أن يتداخل طرفى الكابل عند الوصلة بحوالى (1.5 : 2m) لتحضير وصلة الكابل وحتى يكون الكابل مرتخيًا فى كلا طرفى الوصلة وذلك يمنع الإجهادات الميكانيكية للكابل.



الشكل (٦ – ٤٣)

٣ – يكون الحفر يدويًا فى المواقع التى تحتوى على أنابيب ماء أو خطوط مجارى أو كابلات أخرى .... إلخ.

٤ – جميع الحفر التى يزيد عمقها عن 1.5m يجب دعمها بالألواح الإسنادية لمنع أطراف الخندق من الانهيار فى حالة التربة الرملية بالطريقة المبينة بالشكل

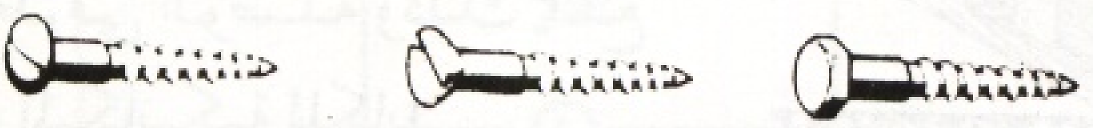
(٦ - ٤٣) . علماً بأن الأبعاد بالملى ميتر.

٥ - يجب فرش رمل نظيف فى قاع الخندق وبعد تمديد الكابل فوق الرمل يجب إزالة جميع الحجارة أو الكتل التى سقطت لداخل الخندق أثناء التمديد، ثم يغطى الخندق بالرمل الناعم النظيف مع توزيعه باليد توزيعاً جيداً، ثم توضع قوالب الطوب فوق الرمل الناعم لتوفير الحماية الميكانيكية المطلوبة، ثم يوضع الردم الخارج من الخندق مرة أخرى على الطوب وتوضع شرائط تحذيرية على امتداد الخندق على ارتفاع 500mm من الطوب مكتوب عليها [احذر كابل أرضى] أو أى عبارة تحذيرية أخرى وذلك من أجل التحذير من وجود كابلات بالأرض.

٦ / ٩- طرق التثبيت

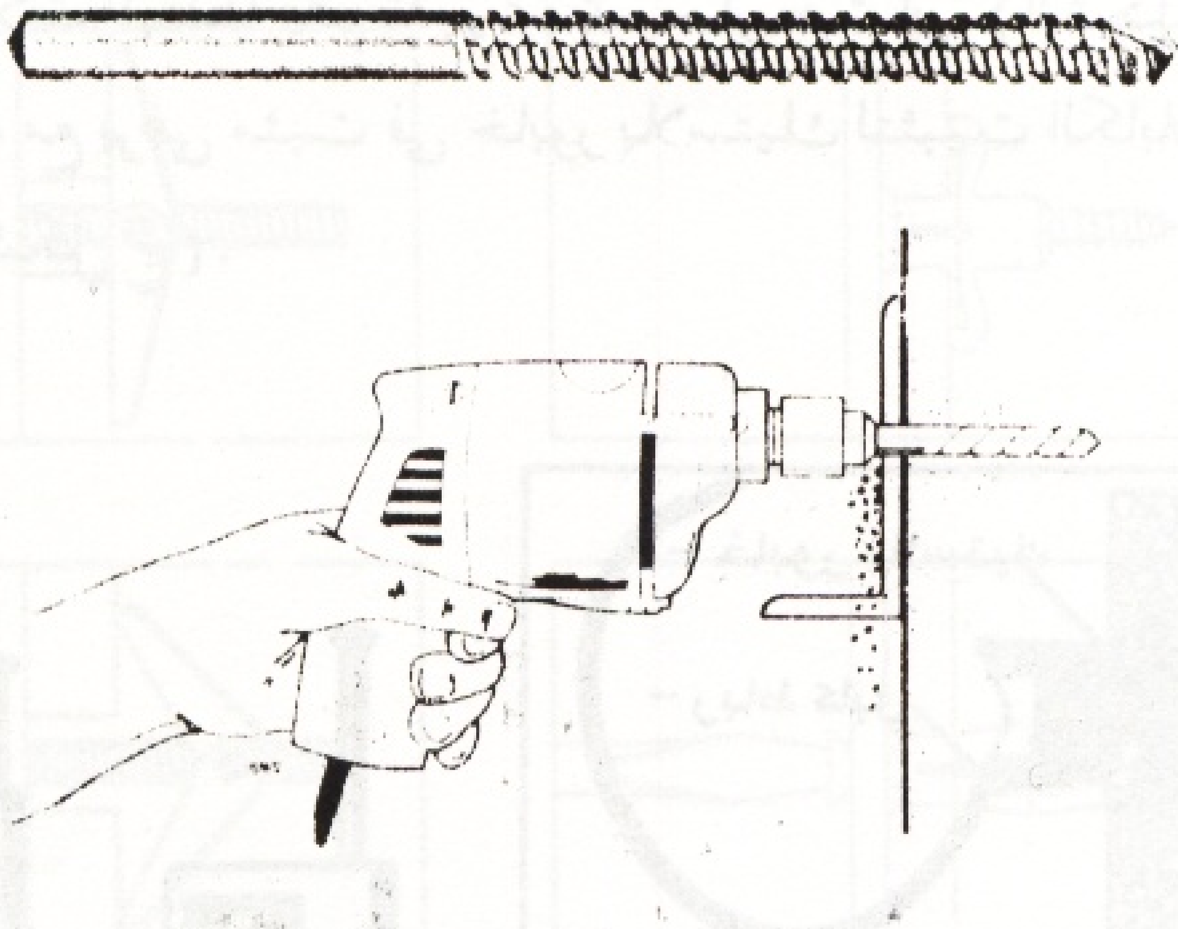
إن اختيار طريقة التثبيت تعتمد أساساً على نوعية الحائط التى سيتم فيها التثبيت وفيمايلى أهم طرق التثبيت :

١ - استخدام براغى الخشب والخوابير البلاستيك: وتستخدم هذه الطريقة مع الحوائط المصمتة. والشكل (٦ -٤٤) يعرض عدة نماذج لبراغى الخشب برأس مسدسة (الشكل أ)، وبرأس مبططه وبها شق عرضى (شكل ب)، وبرأس كروى وبها شق عرضى (شكل جـ).



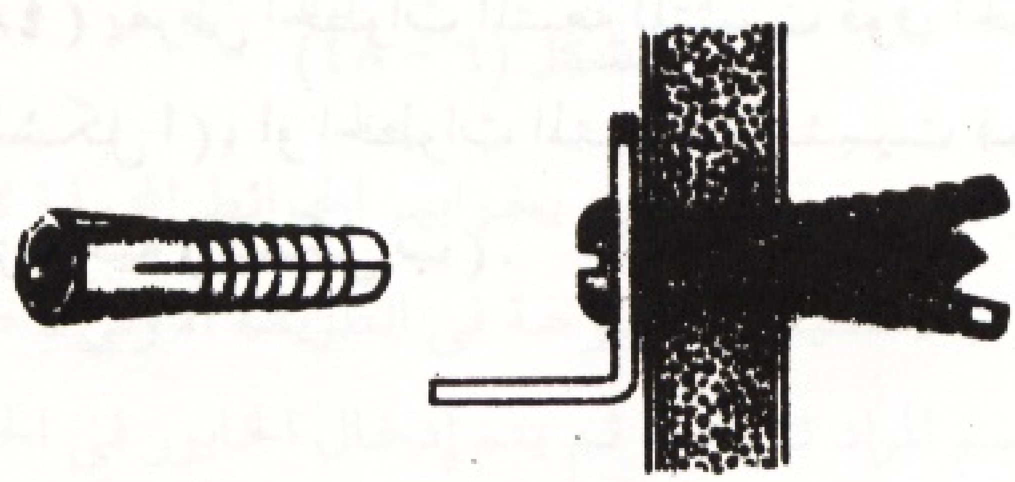
الشكل (٦ - ٤٤)

ويتم ثقب كلٌ من الحائط أو الأرضية أو السقف المراد التثبيت فيه، وكذلك الجسم المراد تثبيته، ويستخدم فى ذلك دريل يدوى، ويستخدم بنطة برأس فدية وتسمى أحياناً بنطة مسلح كما بالشكل (٦ - ٤٥).



الشكل (٦ – ٤٥)

ويجب أن يكون قطر البنطة مساويًا قطر خابور البلاستيك المستخدم وبعد ذلك يتم دفع الخابور البلاستيك فى الثقب الموجود فى سطح التثبيت (أرضية - حائط - سقف)، ويتم تثبيت الجسم المراد تثبيته باستخدام برغى خشب بالطريقة المبينة بالشكل (٦ – ٤٦).

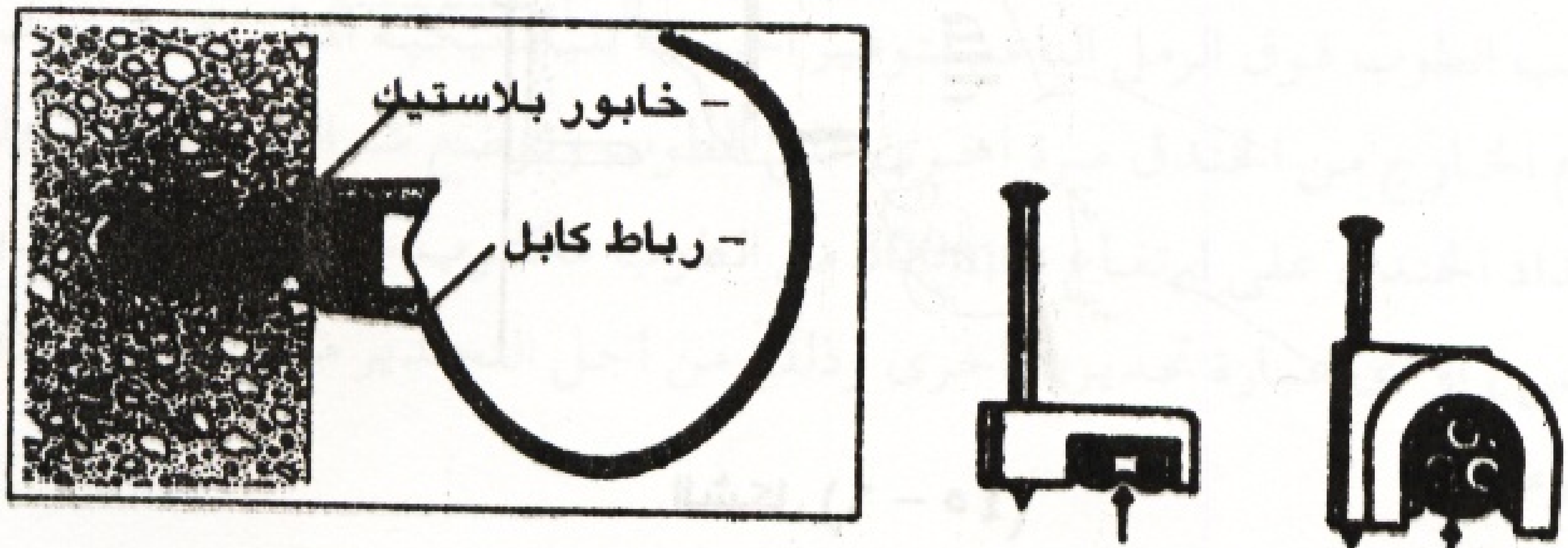


الشكل (٦ – ٤٦)

فعند دخول البرغى الخشب بداخل الخابور البلاستيك ونتيجة للضغط يتمدد الخابور الأمر الذى يجعل إخراج الخابور بالجذب مستحيلاً.

٢ – **استخدام القفزان أوأربطة الكابلات** : وتستخدم هذه الطرق لتثبيت الكابلات أو مواسير البلاستيك على الحوائط المصمتة. والشكل (٦ – ٤٧) يعرض قافيز (أ) للكابلات المستديرة أو المواسير يتم تثبيته بمسمار خشابى (الشكل أ)،

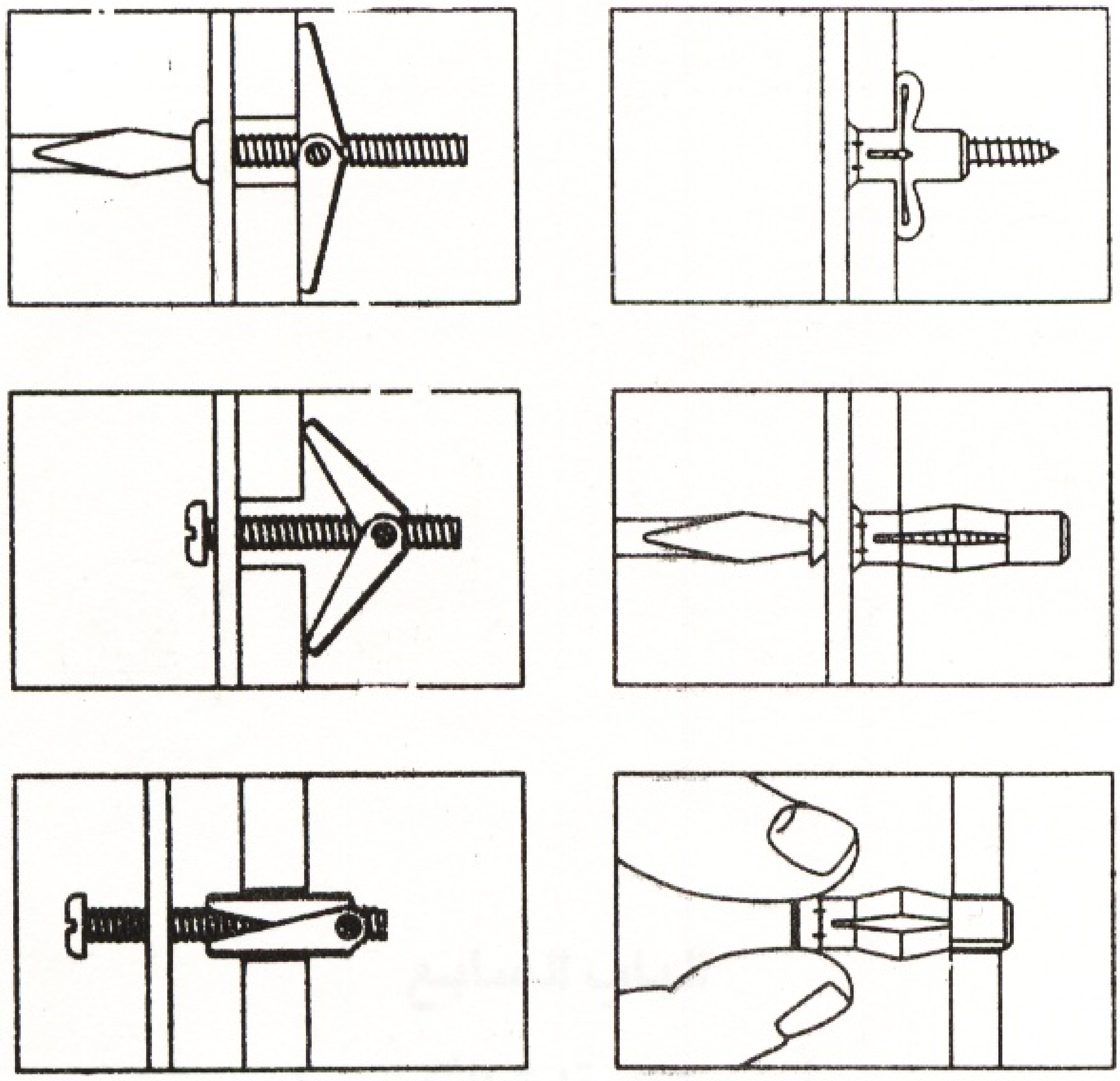
وقافيز للكابلات المبططة يتم تثبيته بمسمار خشابى (الشكل ب)، ورباط كابلات يثبت مع برغى مثبت فى خابور بلاستيك لتثبيت الكابلات والتى لها أى شكل (الشكل ج).



الشكل (٦ – ٤٧)

٣ – التثبيت فوق الحوائط المجوفة باستخدام خوابير الحوائط المجوفة Hollow Wall Plug أو باستخدام المفاصل الزنبركية Spring Toggles .

والشكل (٦ – ٤٨) يعرض الخطوات المتبعة للتثبيت فوق الحوائط المجوفة بخوابير الحوائط المجوفة، (الشكل أ)، أو الخطوات المتبعة للتثبيت فوق الحوائط المجوفة باستخدام المفاصل الزنبركية (الشكل ب).



الشكل (٦ – ٤٨)

والجدير بالذكرأن طريقة التثبيت بخوابير الحوائط المجوفة لا تختلف عن طريقة التثبيت بخوابير البلاستيك المشروحة فى الطريقة الأولى، حيث يتم عمل ثقب بالحائط وثقب الجسم المراد تثبيته، ثم يتم إدخال الخابور فى الحائط، وبعد ذلك يتم تثبيت الجسم ببرغى خشب فى الخابور.

أما طريقة التثبيت بالمفصل الزنبركى فتتم على النحو التالى:

يثقب الحائط ويثقب الجسم المراد تثبيته ثم يتم إدخال المفصل داخل الثقب الموجود بالحائط، وفى نفس الوقت يكون المفصل مثبتاً بالجسم المراد تثبيته عن طريق برغى وبعد إدخال المفصل فى تجويف الحائط ينفرج المفصل، وبعد ذلك يتم رباط البرغى حتى يتم التثبيت علماً بأنه إذا حاولنا فك الجسم المثبت بالمفصل الزنبركى؛ فإن المفصل سوف يسقط داخل الحائط المفرغ ولن نستطيع استرداده.

الباب السابع

أجهزة الوقاية الكهربية

أجهزة الوقاية الكهربية

٧ / ١ - المصهرات Fuses

تعتبر المصهرات الكهربية هى إحدى عناصر الوقاية الهامة من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل أو القصر، وهى تتميز بمقدرتها العالية فى فصل الدوائر الكهربية عند زيادة التيار، وتتميز أيضاً بصغر المفاقيد الكهربية فيها وخواص التمييز العالية لها Discrimination والتى سنتناولها بالتفصيل فيما بعد.

وفيما يلى أهم المصطلحات الفنية للمصهرات:

١- **التيار المقنن للمصهر** Rated current of fuse: وهو أكبر تيار يمر فى المصهر باستمرار بدون أن يحدث تلف لعنصر المصهر وفيما يلى التيارات المقننة القياسية للمصهرات:

2	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	80
80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250

٢- أقصى تيار لقاعدة المصهر ويساوى أكبر تيار مقنن للمصهرات التى تستخدم معها القاعدة، حيث إنه فى العادة يمكن استخدام القاعدة الواحدة لأكثر من مصهر له تيارات مقننة مختلفة.

٣- التـــردد Frequency (f): وفى حـالــة غيـــاب هـــذا التــردد فإنه يتــراوح ما بين (45: 62HZ).

٤- تيار القصر المتوقع Prospective Current: وهو التيار المتوقع مروره فى المصهر لحظة القصر.

٥- تيار الفصل التقليدى I_f وهو التيار الذى يحدث انصهار للمصهر فى الزمن المحدد والذى يكون أقل من (5S).

٦- تيار عدم الفصل التقليدى I_{nF}: وهو التيار الذى يمكن أن يمر فى المصهر مدة زمنية معينة (1hr) بدون أن يحدث انصهار له.

٧- أقصى سعة للقطع Breaking Capacity: وهى أقصى قيمة لتيار القصر يمكن للمصهر أن يقطعه عند الجهد المقنن.

٨- زمن انقطاع عنصر الإنصهار للمصهر Pre-arcing time: وهو الزمن اللازم لانقطاع عنصر الانصهار عند مرور تيار الفصل التقليدى به.

٩- زمن الشرارة arcing time : وهو الزمن الذى يمر من لحظة انقطاع عنصر الانصهار وبدء الشرارة إلى لحظة اختفاء الشرارة.

١٠- الزمن الكلى Operating time : وهو مجموع زمن انقطاع عنصر الأنصهار وزمن الشرارة.

١١- معامل الانصهار Fusing Factor : هى النسبة بين تيار الفصل التقليدى والتيار المقنن للمصهر.

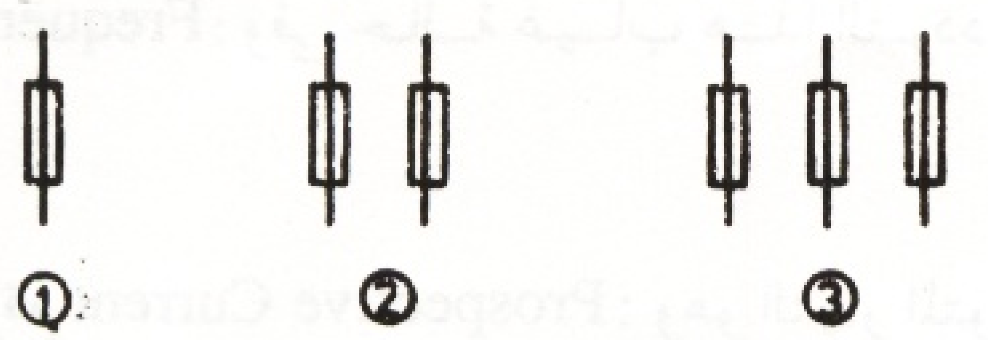
وفيما يلى رموز المصهرات العالمية والألمانية:

حيث إن:

الرمز 1 مصهر قطب واحد.

الرمز 2 مصهر قطبين.

الرمز 3 مصهر ثلاثة أقطاب.



ويمكن تقسيم المصهرات بصفة عامة إلى:

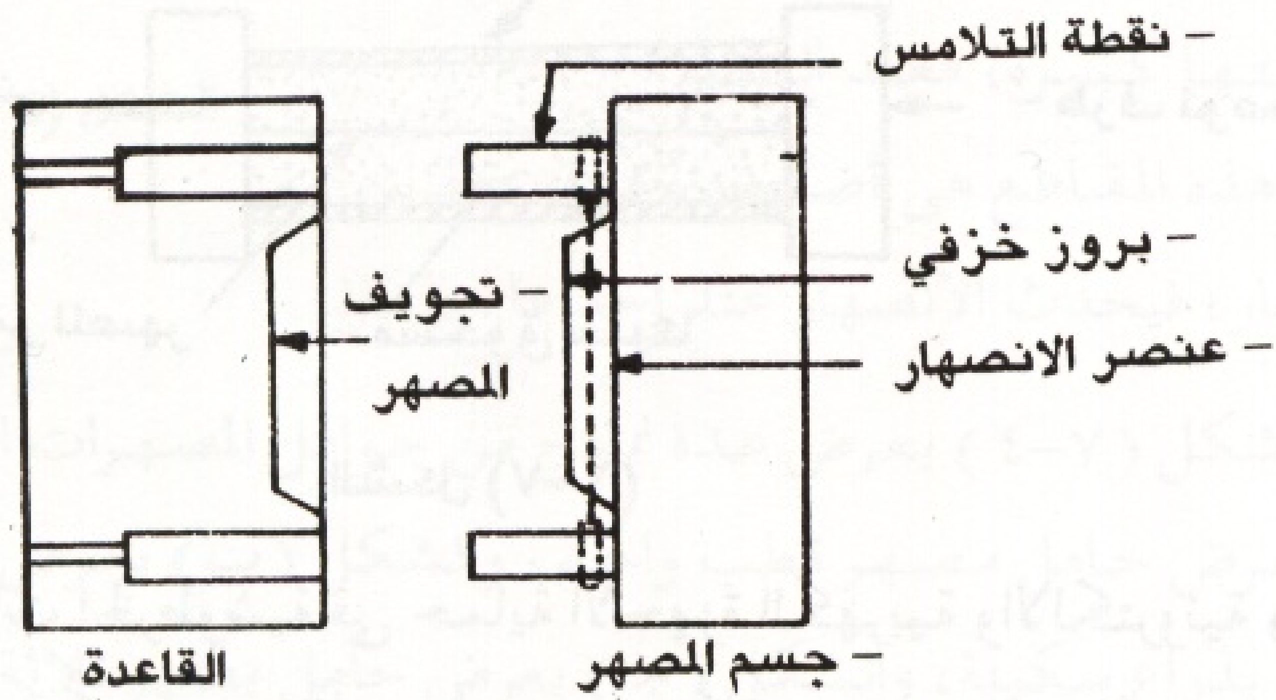
١- مصهرات يعاد تسليكها.

٢- مصهرات خرطوشية Cartiradge Fuses.

٧ / ١ / ١- المصهرات التي يعاد تسليكها

وهذه المصهرات كانت تستخدم فى الماضى فى المنازل وما زالت تستخدم إلى الآن فى بعض المنازل، حيث يوضع سلك رفيع بين طرفى تلامس المصهر، فإذا انصهر هذا السلك استبدل بآخر ومعامل انصهارها يساوى 2 ، فمثلاً: إذا كان التيار المقنن للمصهر 30A فإن تيار الانصهار المقنن له يساوى 60A تقريباً.

والشكل (٧-١) يعرض قطاعًا لمصهر يعاد تسليكه.



الشكل (٧-١)

وتمتاز هذه المصهرات برخصها وسهولة استبدال عنصر انصهارها بدون أى تكلفة، ويعاب عليها أنها لا توفر الحماية المطلوبة إذا استبدل عنصر انصهارها عند تلفه بآخر أغلظ، كما أن إنصهار عنصر انصهارها قد يتلف المصهر بأكمله نتيجة للشرر الحادث بالإضافة إلى أنها بطيئة.

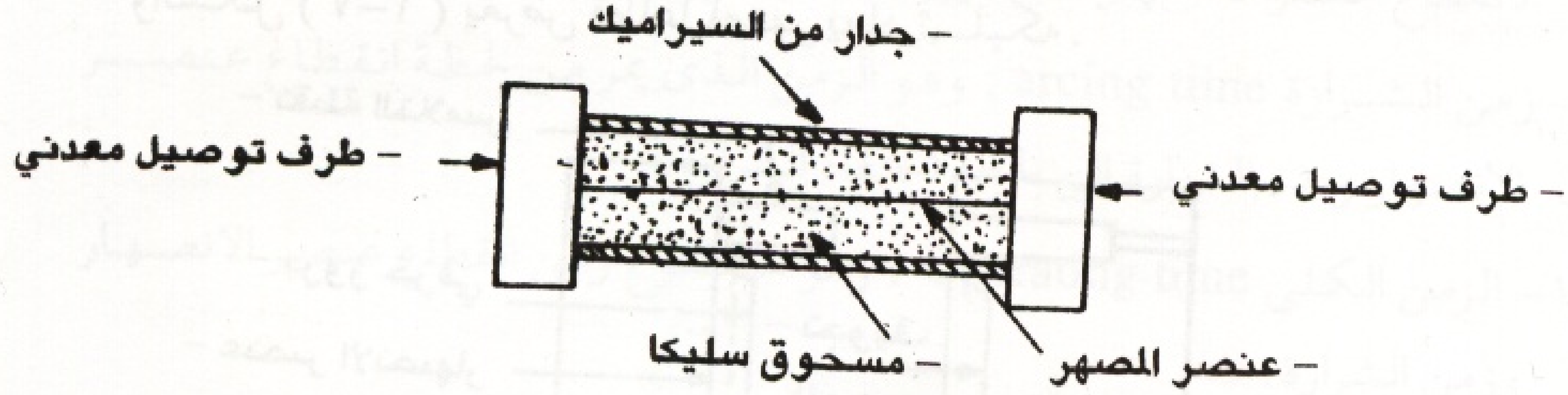
والجدول (٧-١) يبين قطر أسلاك النحاس المستخدمة كعنصر انصهار تبعاً للتيار المقنن.

الجدول (٧-١)

التيار المقنن A	3	5	10	15	20	25	30	45	60	80	100
قطر سلك النحاس mm	0.15	0.2	0.35	0.5	0.6	0.75	0.85	1.25	1.5	1.8	2

٧ / ١ / ٢- المصهرات الخرطوشية

فى هذه المصهرات فإن عنصر الانصهار يكون داخل أنبوبة من الزجاج أو السيراميك وتملى هذه الأنبوبة بمادة مانعة للحريق أو الشرارة مثل: الكوارتز، ويوصل عنصر الانصهار بنقطتى توصيل معدنيتين على أطراف هذه الأنبوبة. والشكل (٧-٢) يعرض قطاعاً فى مصهر خرطوشى بسيط.



الشكل (٧-٢)

وتستخدم المصهرات الخرطوشية فى حماية الأجهزة الكهربية والالكترونية ومآخذ التيار (البرايز)، ولقد تمكنت هذه المصهرات من تغطية جميع عيوب المصهرات التى يعاد تسليكها، ولكن يعاب عليها ارتفاع سعرها حيث يلزم استبدالها بعد كل انصهار.

ويمكن تقسيم هذه المصهرات إلى:

أ – مصهرات اسطوانية Cylinderical type fuses.

ب – مصهرات ريشية Blade type fuses

جـ – مصهرات مسننة Screw type fuses

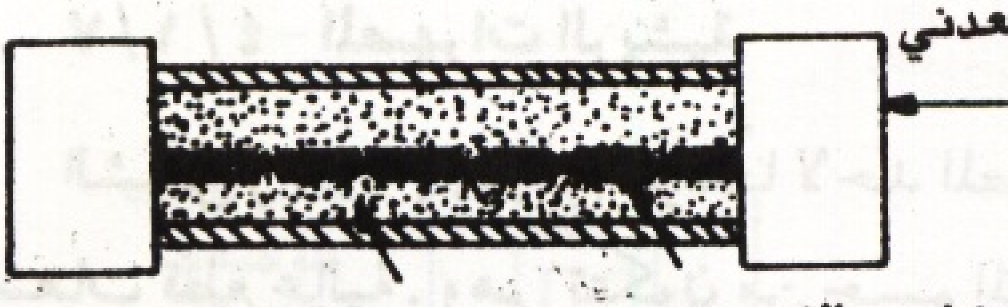
ويندرج تحت المصهرات المسننة ما يلى:

– مصهرات دايزيد Diazed (D).

– مصهرات نويزيد Neozed (Do).

٧ / ١ / ٣- المصهرات الاسطوانية

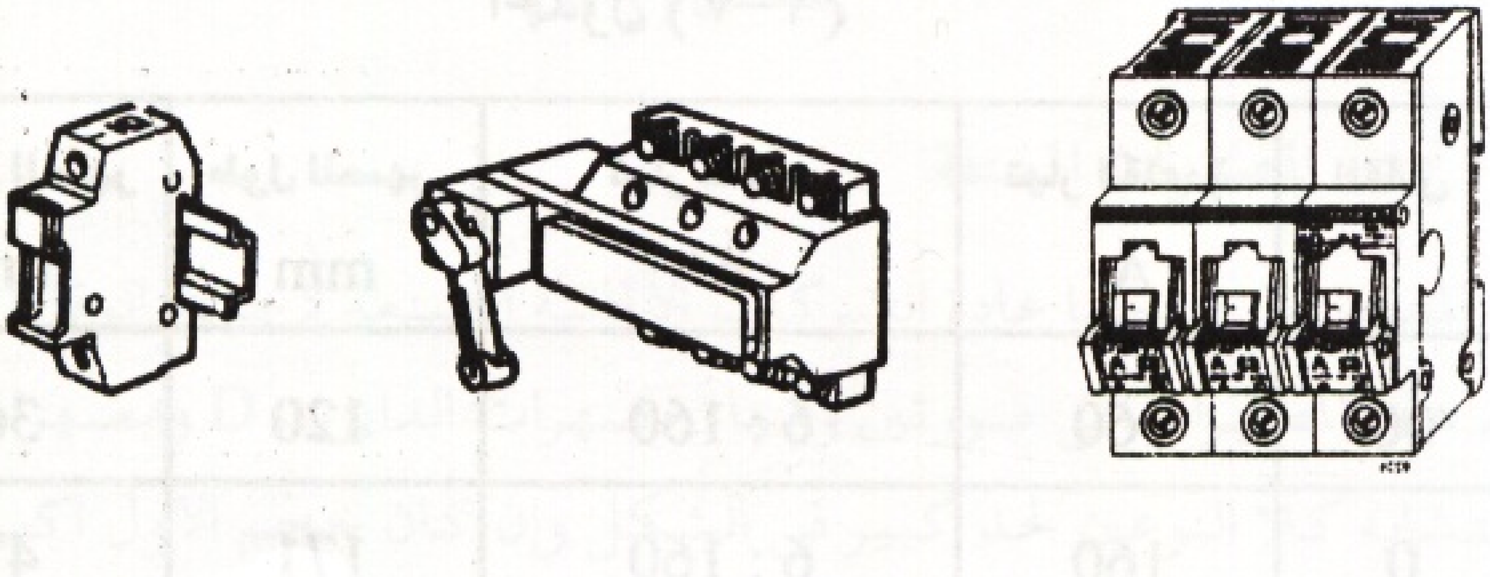
الشكل (٧-٣) يعرض قطاعا فى أحد المصهرات الاسطوانية.



الشكل (٧-٣)

ويلاحظ أن عنصر الانصهار يحتوى على مقاطع لها مساحة مقطع صغيرة، وبالتالى تكون مقاومتها كبيرة، فعند القصر تكون هذه المقاطع هى أضعف أجزاء عنصر الانصهار، فيحدث الانصهار عند إحداها.

والشكل (٧-٤) يعرض عدة نماذج من حوامل المصهرات الاسطوانية، فالشكل (أ) يعرض حامل مصهر قطب واحد، والشكل (ب) يعرض حامل مصهر أربعة أقطاب بذراع سكينة، والشكل (جـ) يعرض حامل مصهر ثلاثة أقطاب.



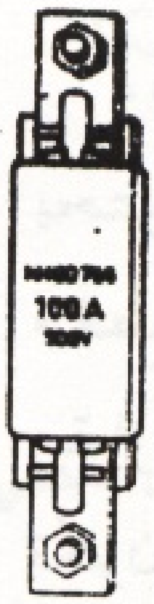
الشكل (٧-٤)

وتتواجد هذه المصهرات بمقاسات مختلفة، فمثلا: توفر شركة Legrand الفرنسية ثمانى أحجام كما يلى:

6.3 X 23mm	8.5 X 23 mm	10.3 X 25.8 mm	8.5 X 31.5mm
10.3X31.5mm	10 X 38mm	14 X 5 mm	22 X 58mm

علماً بأن العدد الذى على اليسار يعطى قطر المصهر، والآخر يعطى طول المصهر. ويتراوح التيار المقنن لهذه المصهرات (2:1250A)، وتصل سعة القطع لهذه المصهرات 100KA وهى تستخدم فى حماية الكابلات الرئيسية والمحركات.

٧ / ١ / ٤- المصهرات الريشية



الشكل (٧–٥) يعرض نموذجًا لأحد المصهرات الريشية التى لها سعات قطع عالية. وهى تتكون من جسم المصهر الخزفى والذى يكون على شكل اسطوانة أو متوازى مستطيلات، ويثبت على طرفى جسم المصهر ريشتان معدنيتان (سلاحان) تمثلان نقطا تلامس المصهر، ويوصل سلاحا المصهر من الداخل بعنصر الانصهار.

الشكل (٧ – ٥)

وتستخدم هذه المصهرات لحماية الكابلات الرئيسية والمحركات والأحمال الكبيرة.

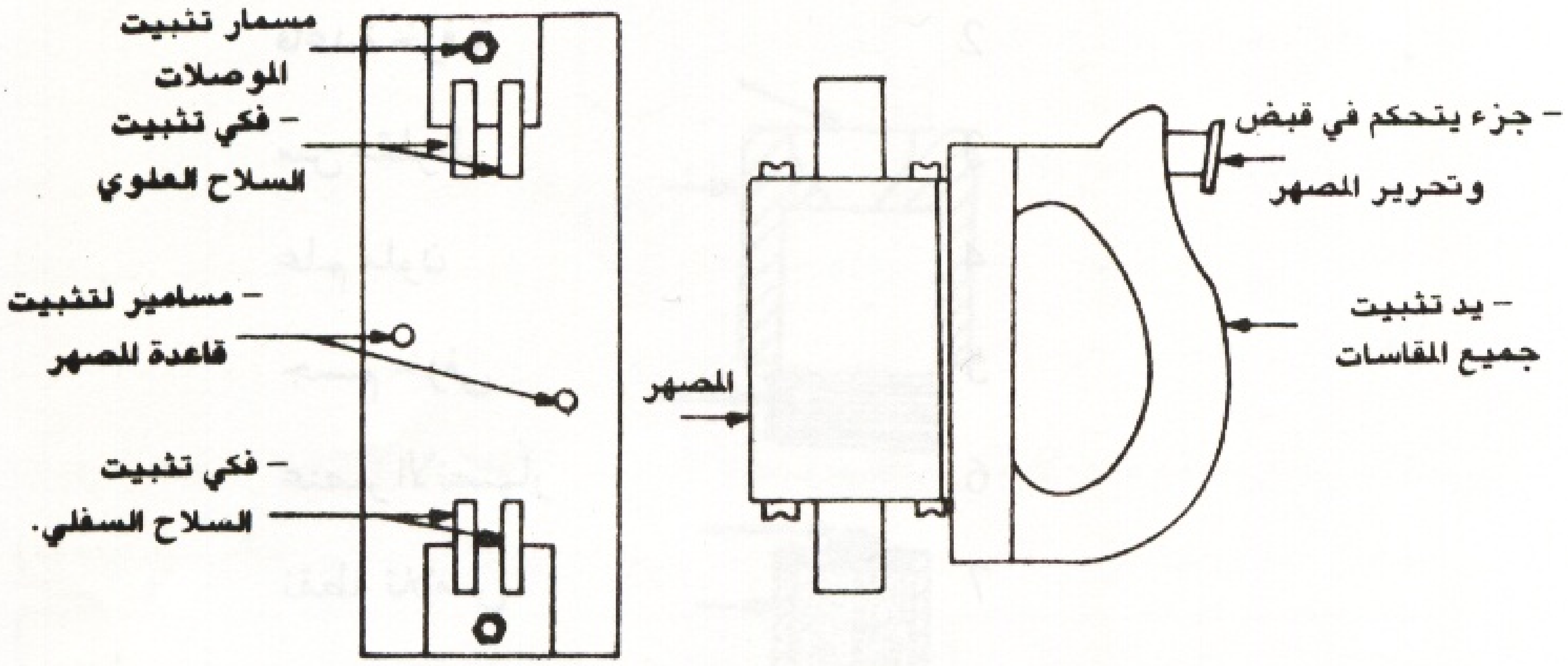
وتتواجد هذه المصهرات بأبعاد مختلفة، فمثلا: شركة Siemens الألمانية توفر ستة أحجام مواصفاتها مبينة بالجدول (٧–٢).

الجدول (٧–٢)

عرض المصهر mm	طول المصهر mm	تيار المصهر A	تيار القاعدة A	المقاس
36	120	6 : 160	160	00
47	171	6 : 160	160	0
59	200	35 : 250	250	1
67	225	80 : 400	400	2
82	250	315 : 630	630	3
114	320	500 : 1250	1250	4

ولتثبيت هذه المصهرات على قاعدتها تستخدم يد تثبيت بالطريقة المبينة بالشكل (٧-٦).

وعادة فإن هذه المصهرات لا يتعامل معها إلا الفنيين المختصين.



الشكل (٧-٦)

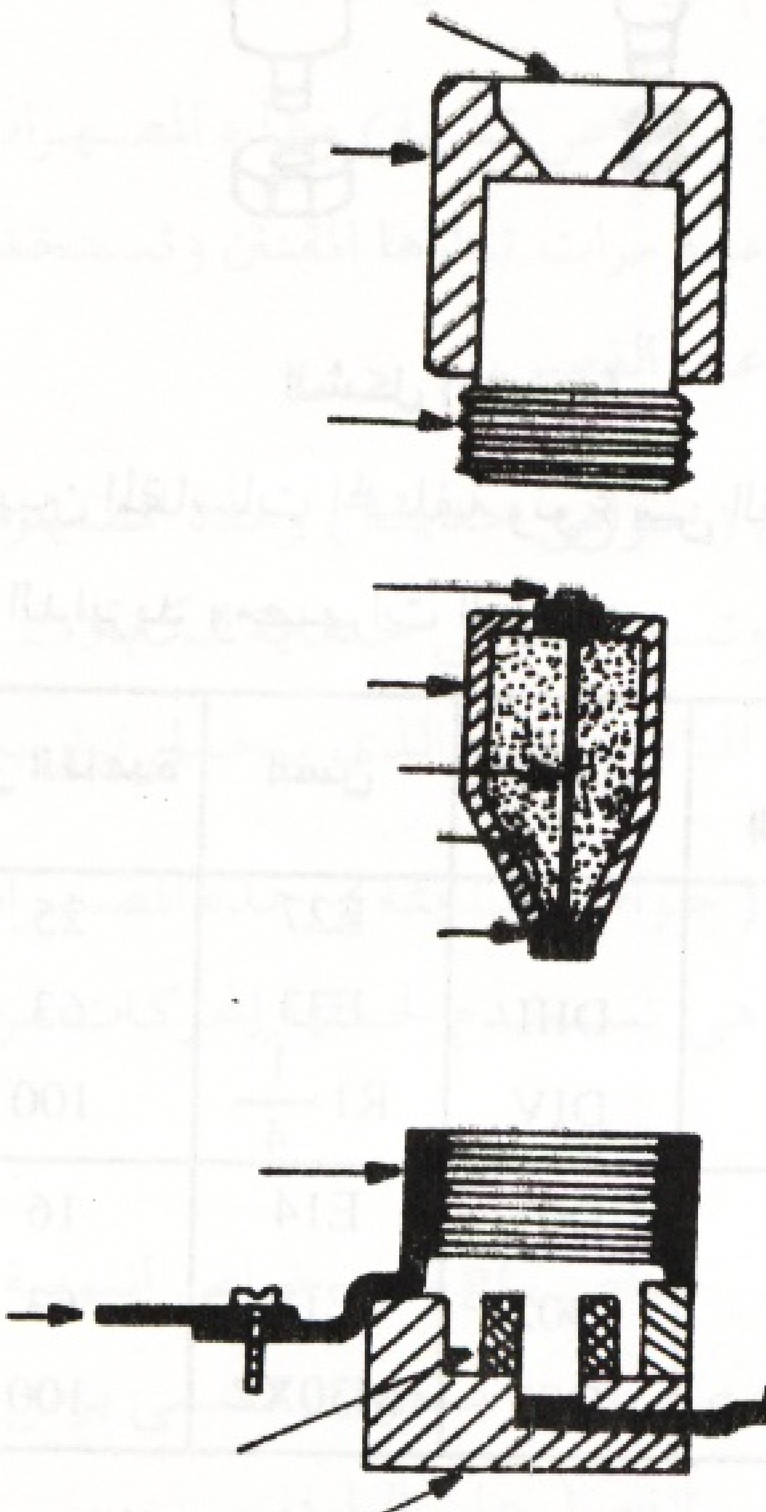
٧ / ١ / ٥- المصهرات المسننة

هذه المصهرات تنتجها عادة الشركات الألمانية المصنعة لأجهزة الوقاية الكهربية. وتتواجد هذه المصهرات فى صورتين وهما: مصهرات الدايزيد D ومصهرات النويزيد Do. ويتشابه كلا النوعين لحد كبير فى الشكل وإن كان حجم الأول أكبر من حجم الثانى. ويوجد بهذه المصهرات أعلام ملونة يمكن مشاهدتها أثناء تثبيت المصهر فى قاعدته، وتساعد على معرفة حالة المصهر، ففى حالة تواجد هذه العلم فإن هذا يعنى أن المصهر سليم، وفى حالة خروج هذه العلم من مكانه يعنى هذا أن المصهر يحتاج لاستبدال. وتتميز هذه المصهرات بسهولة التعامل معها؛ فهى لا تحتاج إلى فنيين للتعامل معها كما هو الحال مع المصهرات الريشية، حيث تزود قاعدة كل مصهر حلقة قطرها يعتمد على تيار المصهر وبذلك يصعب تبديل المصهرات المتجاورة معاً فى لوحة التوزيع بالخطأ.

والشكل (٧-٧) يبين تركيب مصهرات الديزيد وهى تتكون من ثلاثة عناصر وهم: غطاء المصهر (أ) وجسم المصهر (ب) وقاعدة المصهر (جـ).

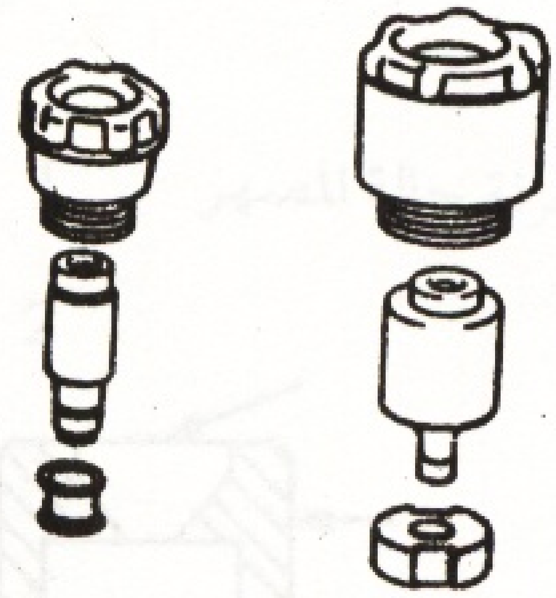
حيث إن :

شباك زجاجى لمعرفة حالة المصهر	1
قاعدة خزفية	2
سن مقلوظ	3
علم ملون	4
جسم خزفى	5
عنصر الانصهار	6
نقطة تلامس	7
قاعدة تثبيت معدنية	8
أطراف توصيل	9
حلقة ملونة قطرها يعتمد على حجم المصهر	10
قاعدة خزفية	11
مادة إطفاء الشرارة	12



الشكل (٧ – ٧)

والشكل (٧-٨) يعرض غطاء جسم المصهر والحلقة الملونة المثبتة بقاعدة المصهر والتى تمنع تبديل مصهر مكان آخر لكلٍّ من مصهر دايزيد (أ) ومصهر نويزيد(ب).



الشكل (٧ - ٨)

والجدول (٧-٣) يبين المقاسات المختلفة ونوع سن القلاووظ وتيار قاعدة المصهر وتيار المصهر لمصهرات الدايزيد ومصهرات النويزيد.

نوع المصهرات	جهد التشغيل	المقاس	السن	تيار القاعدة	تيار المصهر
دايزيد	500V	DII DIII DIV	E27 E33 $R1\frac{1}{4}$	25 63 100	2:25 35:63 80 :100
نويزيد	380V	D01 D02 D03	E14 E18 M30X2	16 63 100	2:16 20 :63 80 :100

والجدول (٧-٤) يبين الألوان المختلفة ومدلولاتها بالأمبير لمصهرات الدايزيد والنويزيد.

الجدول (٧-٤)

اللون	وردي	بني	اخضر	لحمر	رمادي	أزرق	أصفر	أسود	أبيض	نحاسي	فضي	لحمر
التيار A	2	4	6	10	16	20	25	30	50	63	80	100
مقاس مصهرات الدايزيد	DII							DIII			DIV	
مقاس مصهرات النويزيد	D01						D02				D03	

٧ / ١ / ٦- الخواص الكهربية للمصهرات الخرطوشية

يمكن تقسيم المصهرات الخرطوشية بصفة عامة حسب خواص الزمن والتيار لها إلى أربعة أقسام وهم كما يلى :

أ- مصهرات بخواص gL (خواص قديمة) وهذه المصهرات توفر حماية كاملة خلال مدى تشغيلها وتستخدم فى حماية الموصلات والكابلات .

ب- مصهرات بخواص aM (خواص قديمة) وهذه المصهرات توفر حماية جزئية ابتداء من تيار يساوى عدة مرات تيارها المقنن وتستخدم فى حماية المحركات وهى توفر حماية جيدة عند القصر.

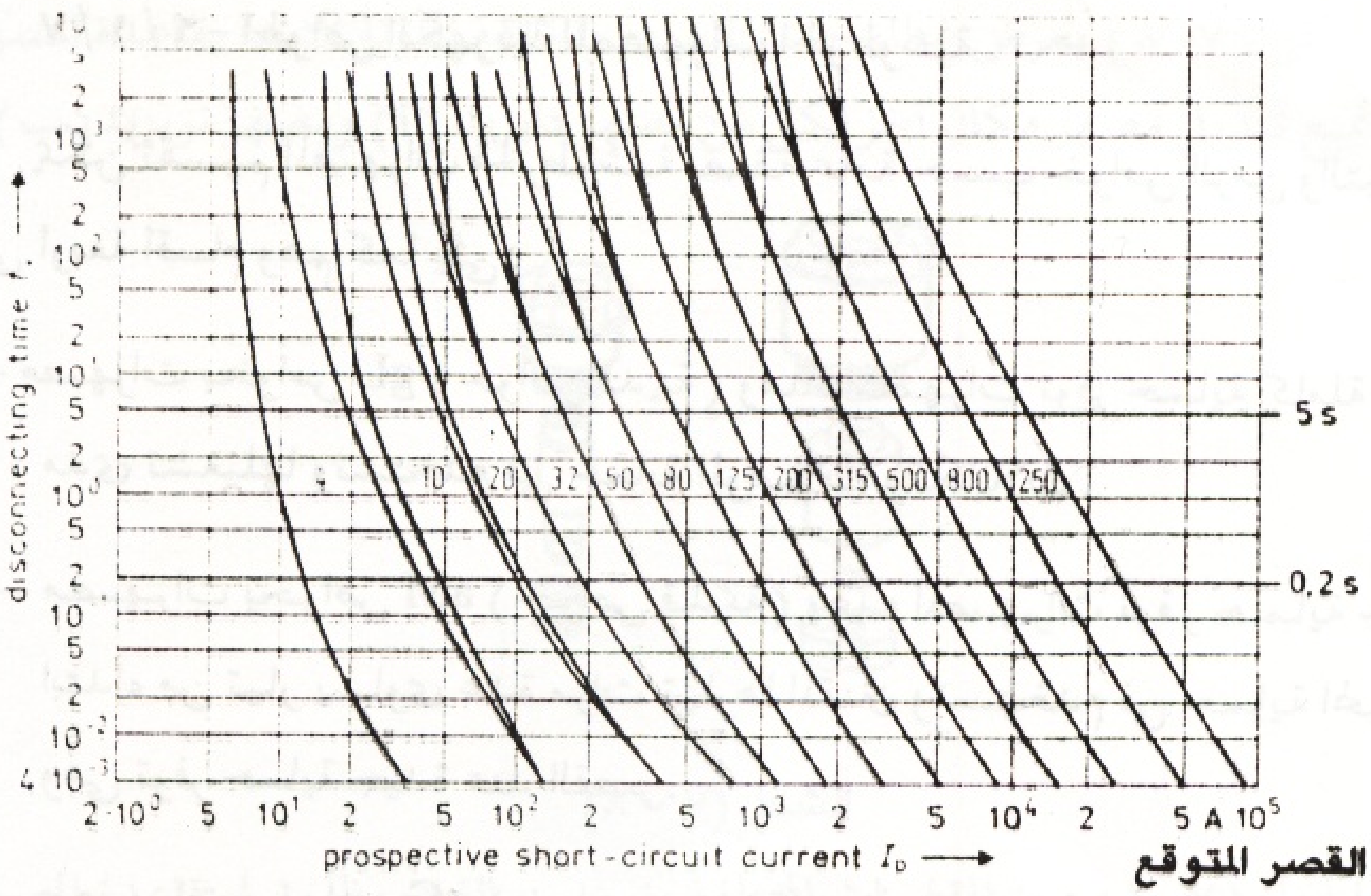
جـ- مصهرات بخواص gG (خواص حديثة) وهذه المصهرات توفر حماية كاملة خلال مدى تشغيلها وتستخدم فى حماية الكابلات والموصلات ، وكذلك حماية المحركات باختيار المناسب منها الذى يتحمل تيار بدء المحرك.

د- مصهرات بخواص gM (خواص حديثة) وهذه المصهرات توفر حماية كاملة خلال مدى تشغيلها وهى تستخدم لحماية المحركات من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل أو القصر.

والشكل (٧ – ٩) يعرض خواص gL وهى خواص أنبوبية بمعنى أنه عند أى تيار قصر يوجد قيمتان لزمن الفصل قيمة صغرى وتسمى بزمن الفصل على الساخن، والقيمة العظمى وتسمى بزمن الفصل على البارد.

فعند استخدام مصهر 50A نوع gL وزاد الحمل ليصبح التيار المار 100A فإن زمن فصل هذا المصهر سيتراوح ما بين (50S:700S)، وعندما يكون تيار القصر 500A فإن زمن فصل هذا المصهر سيتراوح ما بين (50mS:3S).

- زمن الفصل

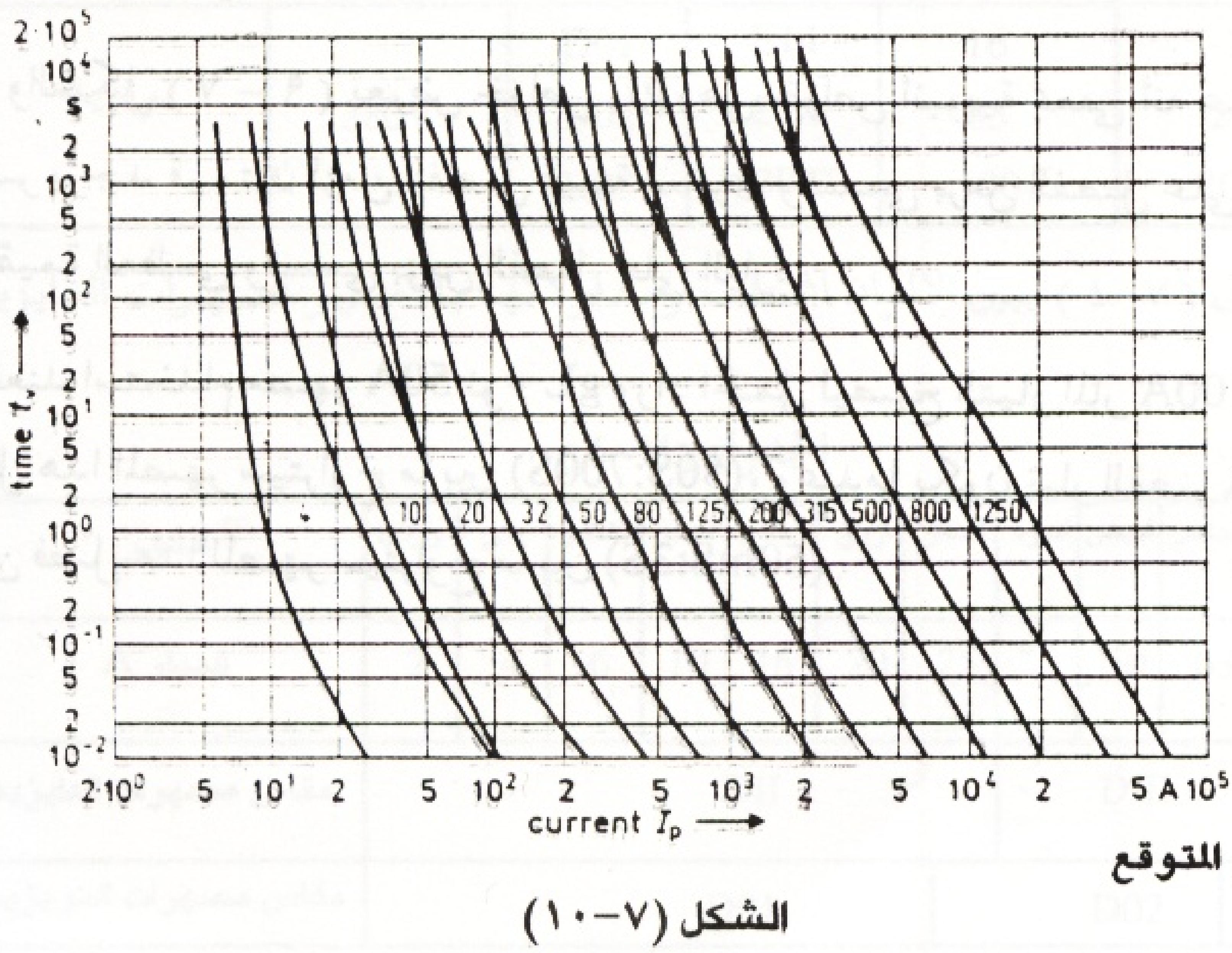


- تيار القصر المتوقع

الشكل (٧-٩)

والشكل (٧-١٠) يعرض خواص gG وهى خواص أنبوبية أيضاً، فعند استخدام مصهر 50A نوع gG وزاد الحمل عليه ليصبح 100A فإن زمن الفصل سيتراوح ما بين (100S:1500S)، وعندما يكون تيار القصر 500A فإن زمن الفصل سيتراوح ما بين (30mS;3S).

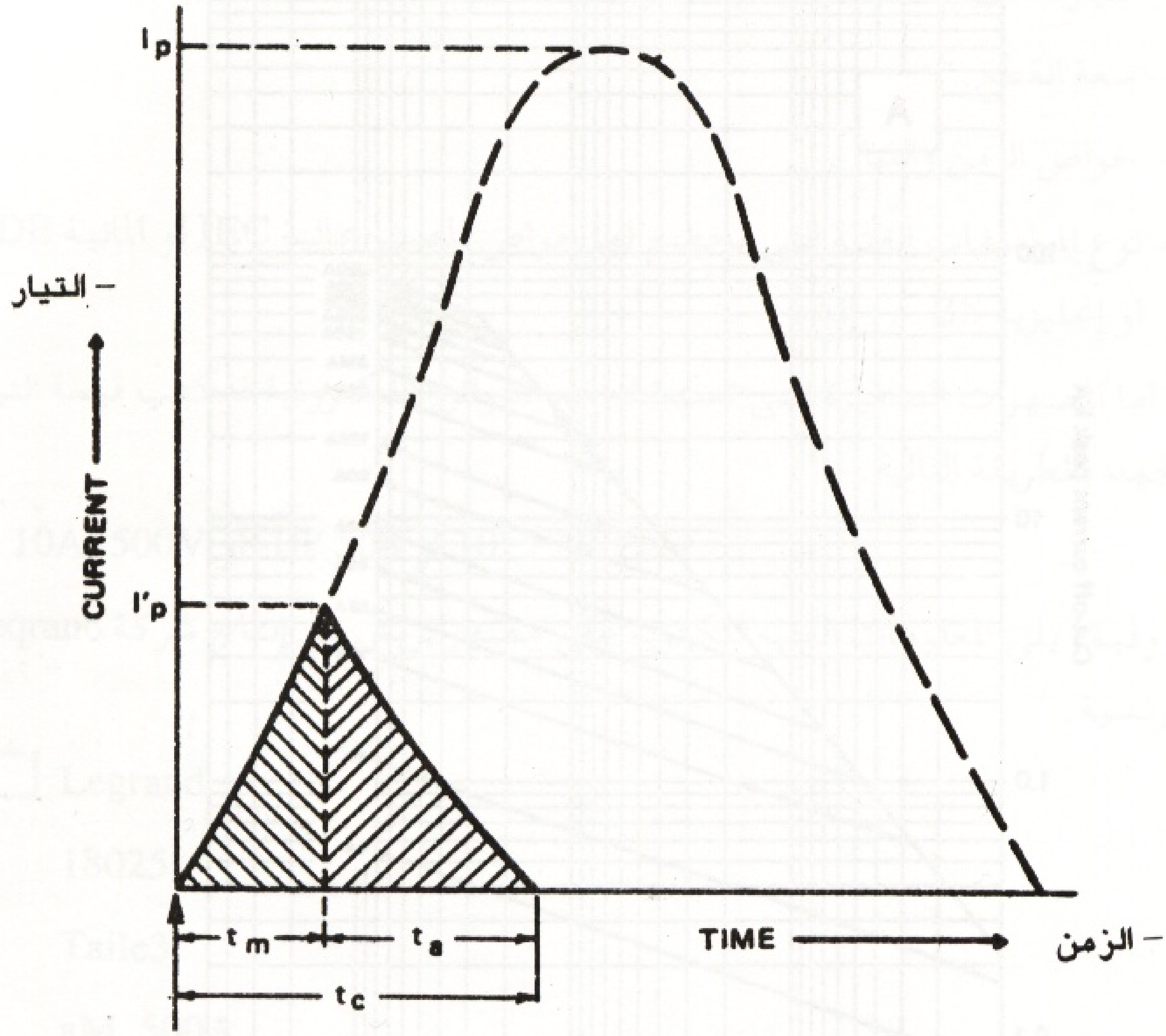
زمن الفصل



- تيار القصر المتوقع

الشكل (٧-١٠)

والجدير بالذكر أن الشركات المصنعة للمصهرات تقوم بإنتاج مصهرات لها خاصية تحديد تيار القصر. والشكل (٧-١١) يوضح خاصية تحديد تيار القصر للمصهرات.



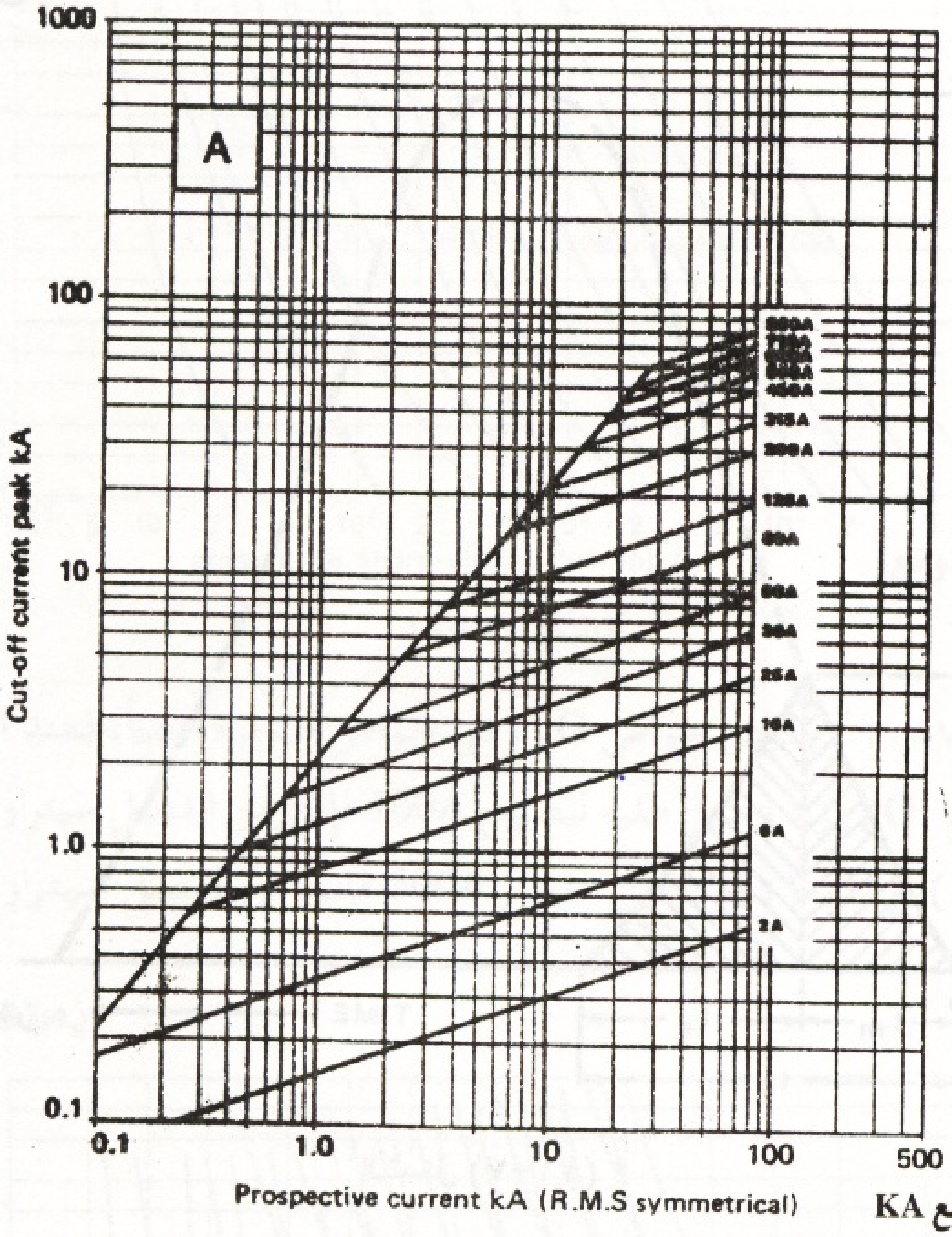
الشكل (٧-١١)

حيث إن:

تيار القصر المتوقع	IP
تيار القصر الذى تم تحديده	$\overline{IP}$
زمن انصهار عنصر الانصهار	tm
زمن القوس الكهربى	ta
الزمن الكلى	tc

والشكل (٧-١٢) يعرض خواص تحديد تيار القصر لمصهرات خرطوشية لها تيار مقنن يتراوح ما بين 2:800A .

تيار القصر المحدد KA



– تيار القصر المتوقع KA

الشكل (٧-١٢)

فمثلاً: إذا كان تيار القصر المتوقع هو 20KA مع مصهر 16A فإن تيار القصر المحدد سيساوى 2KA .

٧ / ١ / ٧ - طريقة عرض المعلومات الفنية على المصهرات

توضع المعلومات الفنية التالية على عنصر المصهر:

١ - اسم الشركة المصنعة أو الماركة المسجلة .

٢ - رقم التصنيع أو رقم الكتالوج .

٣ – جهد التشغيل المقنن.

٤ – نوع التيار، مستمر أو متردد.

٥ – التيار المقنن.

٦ – سعة القطع.

٧ – خواص الزمن والتيار.

٨ – نوع المواصفات الفنية التى يخضع لها خواص المصهر عالية IEC أو ألمانية VDE أو إنجليزية BS .. إلخ.

أما المصهرات الصغيرة التى تستخدم مع الدوائر الألكترونية فتكتب قيمة التيار والجهد بالطريقة التالية.

10 أو 500 /10 أو 10A/ 500V

وفيما يلى المعلومات الفنية المكتوبة على مصهر بريش من إنتاج شركة Leqrand الفرنسية.

☐ Legrand

18025

Taile3

aM 500A

500 Vac

IEC 269 - 2

NFC 63- 210

VDE 0636- 22

I_S 100KA

حيث إن :

الشركة المصنعة Legrand

رقم بكتالوج الشركة المصنعة 18025

حجم المصهر 3	Taile 3
خواص المصهر aM	aM
تيار المصهر المقنن 500A	500A
جهد المصهر المقنن 500V متردد	500 Vac
يخضع للمواصفات العالمية IEC	IEC 269-2
يخضع للمواصفات الفرنسية NFC	NFC 63 - 210
يخضع للمواصفات الألمانية VDE	VDE 0636 - 22
أقصى سعة 100KA	I_S 100 KA

٧ / ٢ – قواطع الدائرة المصغرة Miniature circiut breaker

هى وسيلة لتوصيل وفصل الدوائر الكهربية سواء فى الأحوال العادية أو حالات الخطأ، والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بوصل وفصل الدائرة يدوياً فى الحالات العادية، أما القاطع فيقوم بوصل وفصل الدائرة يدوياً فى الحالات العادية، ويفصل الدائرة أتوماتيكياً عند حدوث أخطاء بالدائرة كقصر أو زيادة حمل.

مميزات قواطع الدائرة المصغرة:

١– زمن الفصل لها قصير جداً عند حدوث قصر فى الدائرة

٢– يمكن إعادتها للتشغيل بإعادتها يدوياً لوضع ON بعد إزالة أسباب الخطأ.

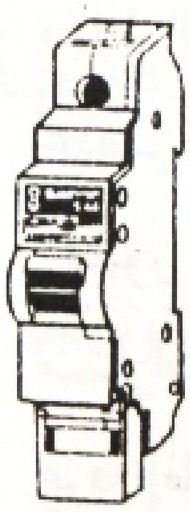
٣– يمكن استخدامها كمفتاح رئيسى للدائرة.

٤– يمكن فصلها يدوياً أثناء عمل الأحمال بدون خوف من حدوث شرارة.

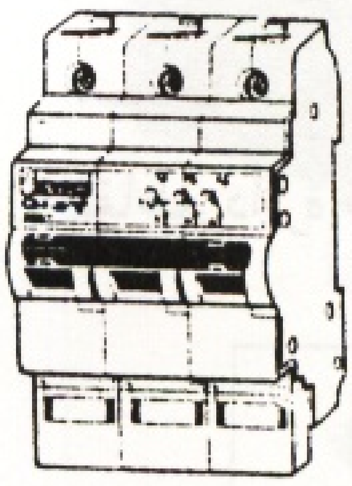
وتصنع هذه القواطع بعدد مختلف من الأقطاب منها ما هو بقطب واحد 1pole، وآخر بقطبين 2Pole ، وآخر بثلاثة أقطاب 3pole ، وآخر بأربعة أقطاب 4pole

والشكل (٧-١٣) يعرض نموذجين لقواطع دائرة مصغرة قطب واحد (الشكل أ)، وثلاثة أقطاب (الشكل ب).

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة تحتوى على عنصر فصل حرارى وعنصر فصل مغناطيسى؛ ولذلك فهى مناسبة للحماية من القصر وزيادة الحمل.

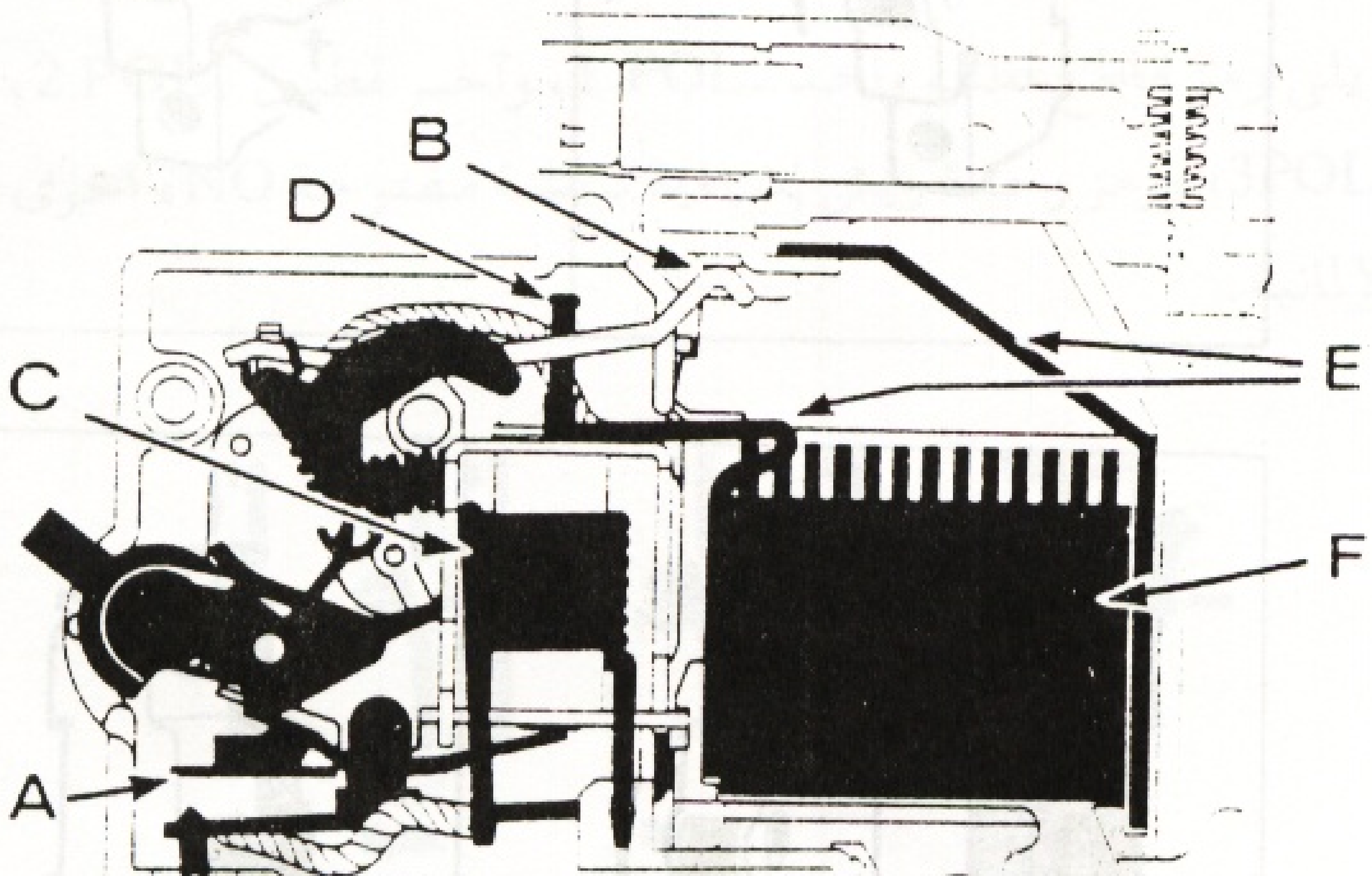


علماً بأن القصر ينتج عن إتصال مباشر بين وجهين أو أكثر أو وجه وخط التعادل ووجه وخط الوقاية. أما زيادة الحمل فينتج من زيادة الحمل على أحمال المحركات. وعادة فإن تيار الدائرة يزداد عدة مرات عند القصر تصل إلى 100 مرة، فى حين يزداد تيار الدائرة بحد أقصى مرتين من التيار المقنن عند زيادة الحمل.



والشكل (٧-١٤) يعرض قطاعًا داخليًا فى قاطع دائرة مصغر من شركة (MEM Ltd).

الشكل (٧-١٣)



الشكل (٧-١٤)

حيث إن :

عنصر الفصل الحرارى A

نقاط التلامس B

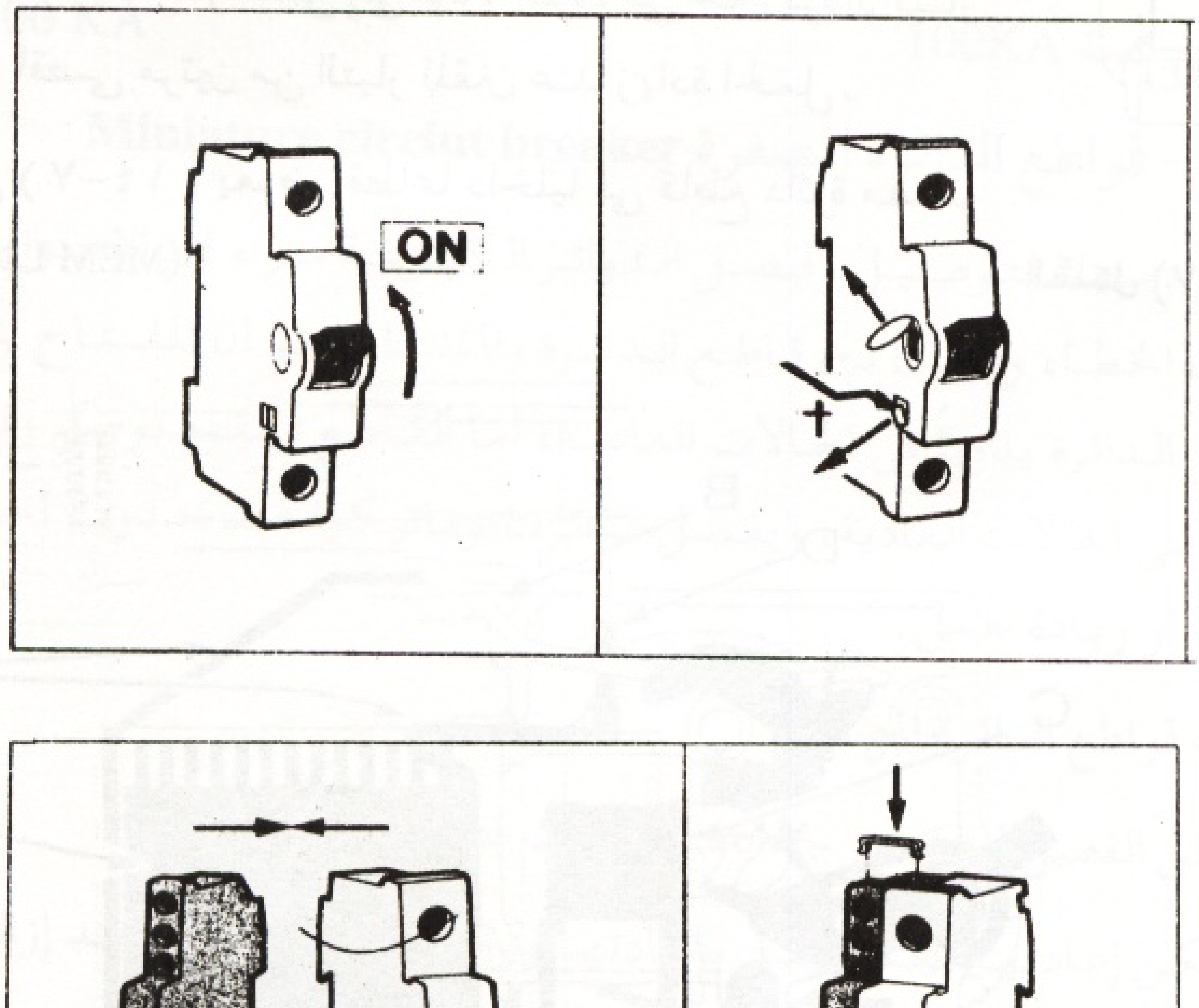
عنصر الفصل المغناطيسى C

خابور فتح ريش التلامس لعنصر الفصل المغناطيسى D

مسارات الشرارة E

غرفة إطفاء الشرارة F

والجدير بالذكر أنه يمكن إضافة ريش مساعدة لقواطع الدائرة المصغرة يمكن استخدامها فى دوائر التحكم. والشكل (٧-١٥) يبين خطوات إضافة ريش إضافية لقاطع دائرة قطب واحد .

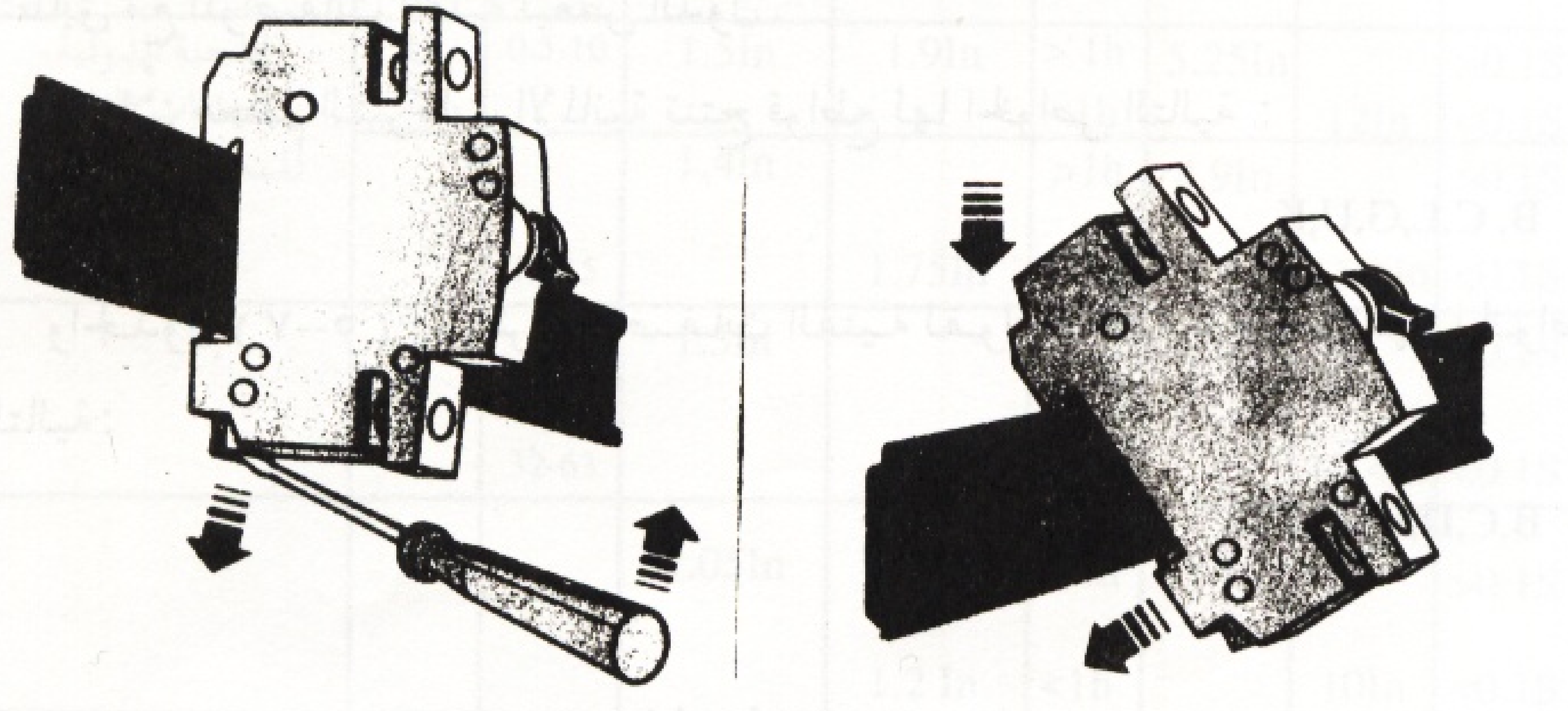


الشكل (٧-١٥)

حيث يوضع القاطع أولاً على وضع ON، ثم يكسر غطاء الفتحة الجانبية للقاطع،

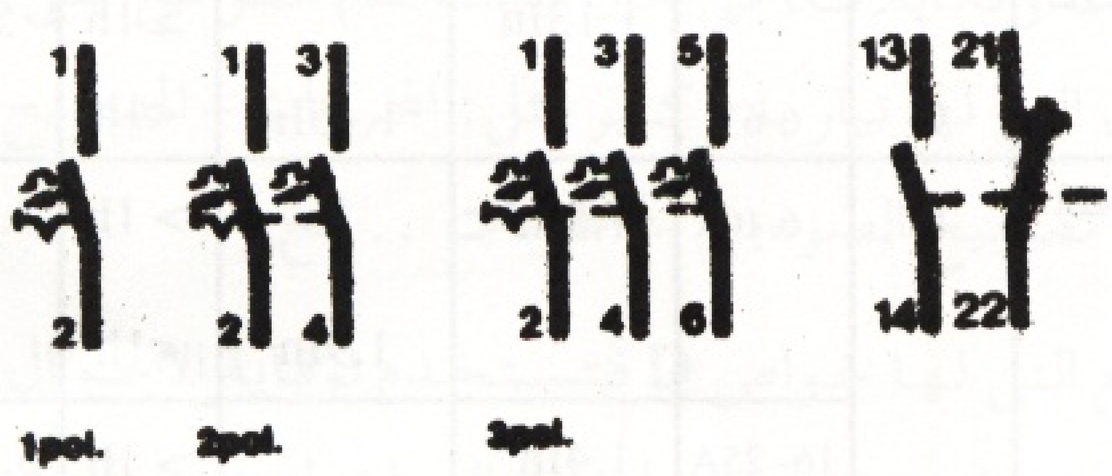
ثم يعاد لوضع off، ويدفع فيه وحدة الريش الإضافية وهى على وضع off أيضاً، وبعد ذلك يتم الربط بينهما بواسطة قامطة يايية Spring Clamp .

والشكل (٧-١٦) يوضح طريقة تثبيت قاطع دائرة مصغر على قضيب أوميجا.



الشكل (٧-١٦)

وفيما يلى رمز قاطع قطب واحد .1 POL، وآخر قطبين .2 POL، وآخر ثلاثة أقطاب .3POL، ورمز وحدة ريش إضافية بريشة مفتوحة NO، أخرى مغلقة NC بالرموز الألمانية.



٧ / ٢ / ١ - الخواص الكهربية لقواطع الدائرة المصغرة

يمكن تقسيم قواطع الدائرة المصغرة MCB'S تبعاً لخواصها الخاضعة للمواصفات العالية IEC الخاصة بالإصدار 1987 إلى :

١- قواطع دائرة لها خواص B (حديثة) وتقابل خواص L (قديمة) .

٢- قواطع دائرة لها خواص C (حديثة) وتقابل خواص U (قديمة)

٣- قواطع دائرة لها خواص D (حديثة) .

والجدير بالذكر أن الشركات الكبرى العالمية المنتجة لقواطع الدائرة المصغرة تنتج أنواعًا مختلفة من هذه القواطع بعضها يتطابق مع الخواص القياسية العالمية، والآخر يتطابق مع المواصفات المحلية لبعض الدول .

فمثلاً: معظم الشركات الألمانية تنتج قواطع لها الخواص التالية :

B, C,L,G,U,K

والجدول (٧-٥) يعرض المواصفات الفنية لقواطع دائرة مصغرة لها الخواص التالية :

B,C,D,L,G,K,U

الجدول (٧-٥)

الزمن	الفصل المغناطيسي		الزمن	الفصل الحراري		التيار المقنن A	الخواص	المواصفات القياسية
	التيار الأكبر	التيار الأصغر		التيار الأكبر	التيار الأصغر			
>0.1S		3In	> 1h		1.13In	6-63	B	اللجنة الفنية الألمانية VDE واللجنة الفنية IEC العالمية
<0.1S	5In		<1h	1.45In				
>0.1S		5In	> 1h		1.13In			
<0.1S	10In		<1h	1.45In		6-63	C	
>0.1S		3.6In	> 1h		1.5In	6-10	L	اللجنة الفنية الألمانية VDE
<0.1S	5.25In		<1h	1.9In				
>0.1S		3.6In	> 1h		1.4In	16- 25A		
<0.1S	4.9In		<1h	1.75In				
>0.1S		3.12In	> 1h		1.3In	32- 63		
<0.1S	4.55In		<1h	1.6In				
>0.2S		7 In	> 1h		1.05In	0.5 - 63	G	
<0.2S	10In		<1h	1.35In				

تابع الجدول (٧ – ٥)

الزمن	الفصل المغناطيسي		الزمن	الفصل الحراري		التيار المقننن	الخواص	المواصفات القياسية
	التيار الأكبر	التيار الأصغر		التيار الأكبر	التيار الأصغر			
>0.1S		5.25In	> 1h	1.9In	1.5In	0.5-10	U	اللجنة الدولية لشهادات المطابقة للمعدات الكهربية CEE
<0.1S	12In		<1h					
>0.1S		4.9In	>1h		1.4In			
<0.1S	11.2In		<1h	1.75In		12-15		
>0.1S		4.5 In	>1h		1.3In			
<0.1S	10.4In		<1h	1.6In		32-63		
>0.1S		7 In	>1h		1.05In		K	
<0.1S	10In		<1h	1.2 In				
>0.1S		10In	>1h		1.13In			اللجنة الفنية العالمية IEC
<0.1S	50In		<1h	1.45In		6-63	D	

والجدير بالذكر أن اختلاف خواص MCB'S تتيح الفرصة للاختيار المناسب منها تبعاً للخواص الكهربية للحمل فمثلاً: تستخدم القواطع التى لها خواص L,B فى وقاية المواصلات والكابلات، فى حين تستخدم القواطع التى لها خواص C,U,G,K لوقاية الأحمال التى لها تيار بدء كبير مثل: المحركات– المصابيح المتوهجة – المصابيح الفلورسنت – مصابيح الصوديوم – المحولات .. إلخ.

أما القواطع التى لها خواص D فتستخدم لوقاية الأحمال التى لها تيارات بدء كبيرة جداً، حيث يتضح من الجدول السابق أن زمن الفصل عندما يكون تيار التشغيل 1.13 من التيار المقنن هو أكبر من 1 ساعة (1h) ، وزمن الفصل عندما يكون تيار التشغيل 1.45 من التيار المقنن هو أصغر من 1 ساعة (1h) ، وزمن الفصل عندما يكون تيار التشغيل 10In هو أكبر من 0.1 ثانية (0.1S) ، وزمن الفصل عندما يكون تيار التشغيل 50In هو أصغر من 0.1 ثانية (0.1S).

وتختار قواطع الدائرة المصغرة تبعاً للتيار المقنن للحمل ومساحة مقطع الموصلات

ونوع الحمل (محرك – مصباح – سخان . . إلخ) وتيار البدء للحمل وتيار القصر الأقصى المتوقع وذلك لمعرفة سعة القطع المطلوبة للقاطع. وسوف نتناول طريقة حساب تيار القصر فى الباب التاسع علماً بأنه يمكن استخدم الجدول (٥–١) فى معرفة التيار المقنن لقواطع الدائرة المستخدمة فى حماية الكابلات .

٧ / ٢ / ٢– عرض المعلومات الفنية على قواطع الدائرة المصغرة

توضع المعلومات الفنية التالية على جسم قاطع الدائرة المصغر MCB .

١– الشركة المصنعة أو الماركة المسجلة .

٢– رقم التصنيع أو رقم الكتالوج .

٣– الجهد المقنن .

٤– تيار التشغيل بدون كتابة الحرف A الدال على أمبير فى حالة خواص B,C,D . على سبيل المثال B16 أى خواص B وتيار 16A .

٥– التردد إذا كان القاطع يعمل على تردد واحد .

٦– أقصى سعة قطع .

٧– مخطط التوصيل إذا كان على غير المتآلف عليه .

٨– درجة حرارة التشغيل إذا كانت مختلفة عن $30C^0$.

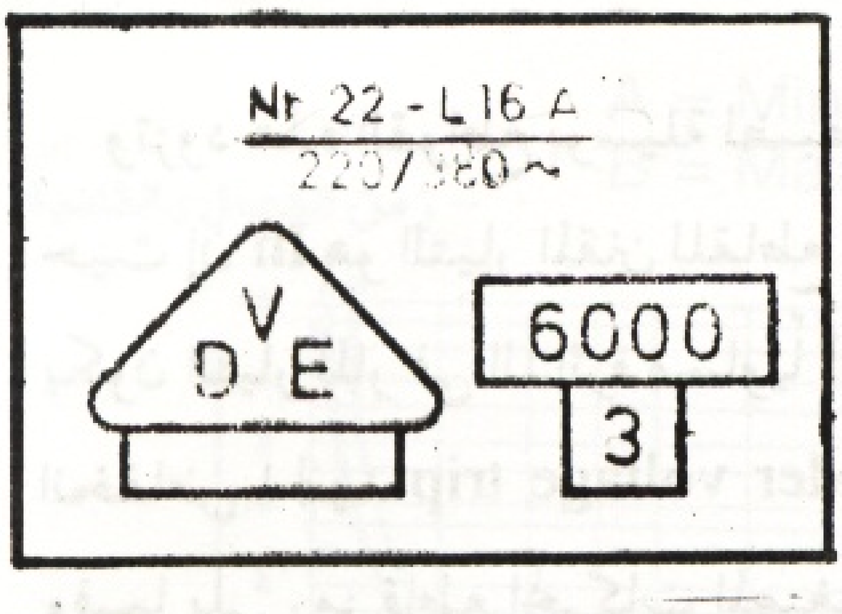
وإذا كان حجم القاطع صغيراً فإن المعلومات رقم (٤,٣,٢,١) توضع على جانب أو خلف القاطع، أما المعلومة رقم ٧ فتوضع داخل علبه القاطع .

والشكل (٧–١٧) يعرض المعلومات الفنية المعروضة على قاطع دائرة مصغر من إنتاج شركة Siemens الألمانية .

حيث إن :

القيمة الحجمية وتساوى تيار عدم الفصل الطبيعى — Nr. 22

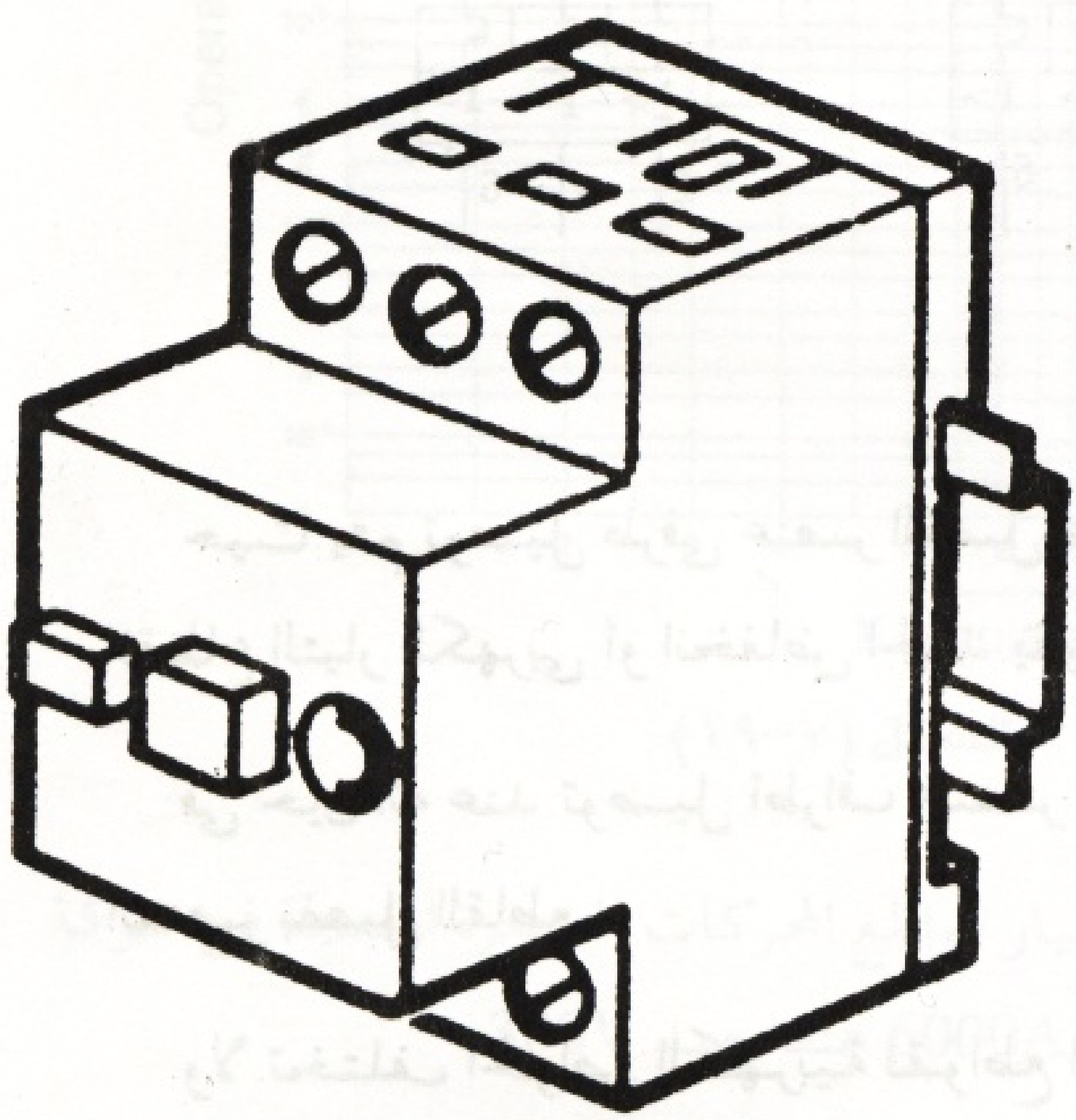
خواص الزمن والتيار	L
التيار المقنن للقاطع(In)	16
جهد التشغيل المقنن	220/380V
يخضع للمواصفات الألمانية VDE	D^VE
سعة القطع بالأمبير	6000
قسم تحديد التيار	3



الشكل (٧-١٧)

٧ / ٣- قواطع المحركات المصغرة Motor MCB'S

تنتمى قواطع المحركات المصغرة لعائلة القواطع المصغرة، وتتميز هذه القواطع بأنها تكون مزودة بوسيلة لمعايرة تيار التشغيل بالإضافة إلى وسيلة للوصل والفصل اليدوى، كما أنها تكون مزودة بإمكانية إضافة ريش إضافية لها. والشكل (٧-١٨) يعرض صورة لقاطع محركات مصغر. وتزود هذه القواطع بمفتاحين انضغاطين، أحدهما أحمر (O)، والآخر أسود (I).

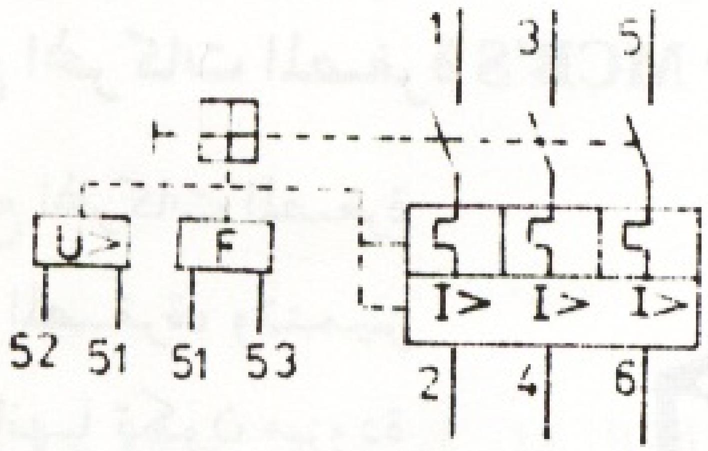


الشكل (٧-١٨)

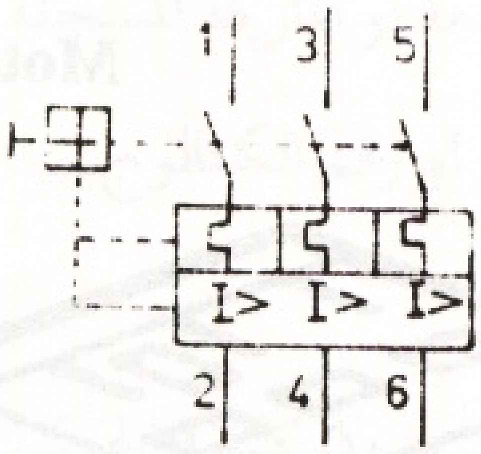
ولوضع القاطع على وضع ON يجب الضغط على المفتاح الأسود للداخل، وعند حدوث خطأ يؤدى لفصل القاطع فإن المفتاح الأسود سيخرج للخارج، ولإعادة تشغيل القاطع يجب الانتظار لحين يبرد العنصر الحرارى للقاطع ثم إعادة الضغط على المفتاح الأسود. أما إذا لزم فصل المفتاح ووضعه على وضع off يدوياً يجب الضغط على المفتاح الأحمر للداخل.

وتزود هذه القواطع بوسيلة لضبط تيار التشغيل I على قيمة تساوى In (0.6:1) حيث إن In هو التيار المقنن للقاطع. ويحدث فصل مغناطيسى لهذه القواطع عندما يكون التيار المار فى الدائرة مساوياً I(10:12) ، ويمكن إضافة عنصر فصل للقاطع عند انخفاض الجهد under voltage trip وكذلك عنصر فصل توازى Shunt trip .

وفيما يلى رمز قاطع المحركات المصغر (الرمز 1) ، ورمز قاطع مصغر مثبت عليه عنصر فصل عند انخفاض الجهد U>، وعنصر فصل توازى F.



2



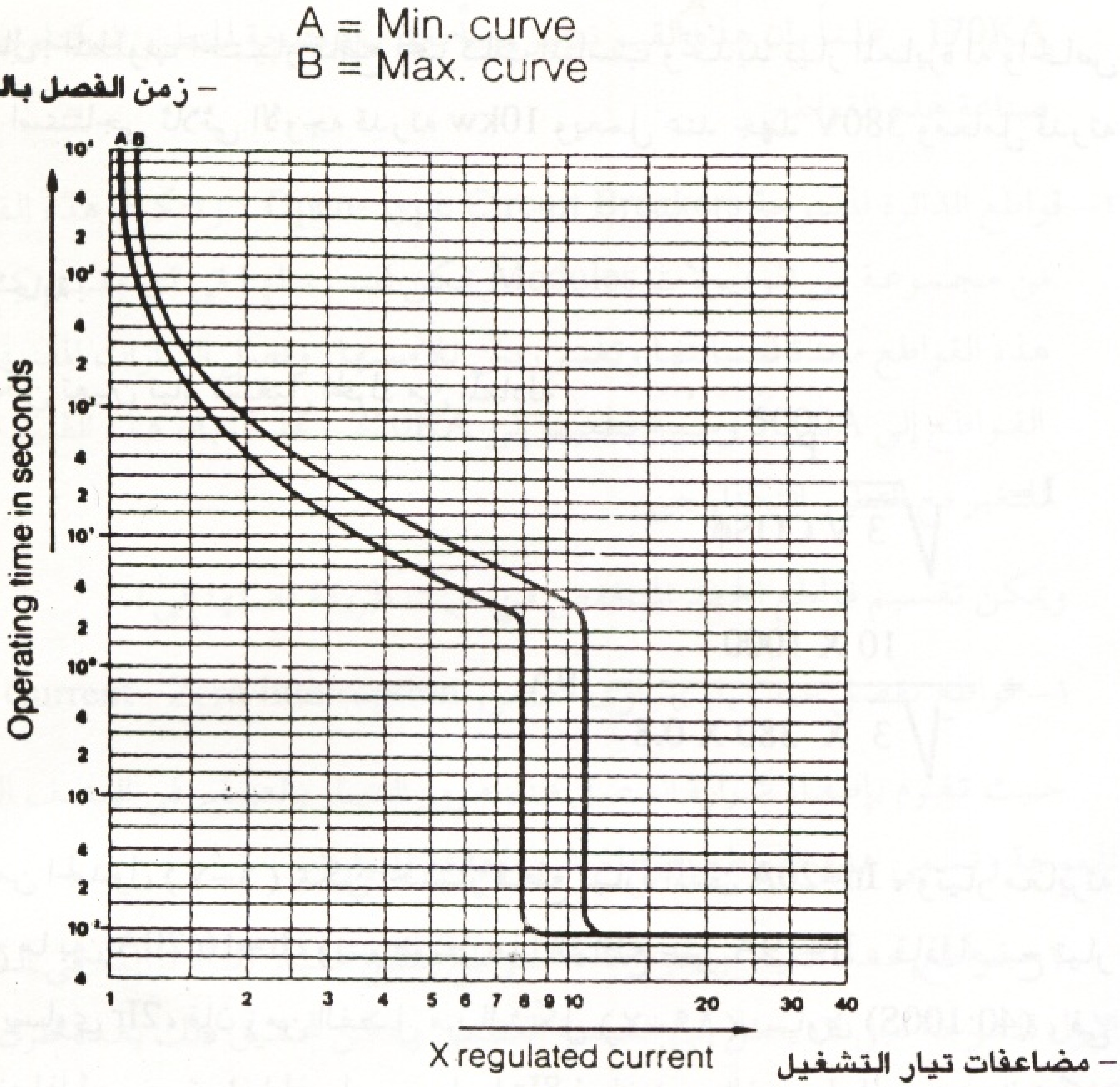
1

حيث يتم توصيل طرفى عنصر الفصل عند انخفاض الجهد بمصدر الجهد، فعند انقطاع التيار الكهربى أو انخفاض الجهد يقوم هذا العنصر بفصل القاطع.

فى حين أنه عند توصيل أطراف عنصر فصل التوازى بمصدر الجهد يقوم هذا العنصر بفصل القاطع.

ولا تختلف الخواص الكهربية لقواطع المحركات المصغرة عن الخواص الكهربية لقواطع الدائرة عدا أن الأولى قابلة للمعايرة.

والشكل (٧-١٩) يعرض خواص الزمن والتيار لقواطع المحركات المصغرة المنتجة فى شركة Legrand الفرنسية.



الشكل (٧-١٩)

والجدول (٧-٦) يعرض دليل اختيار قواطع المحركات المصغرة المنتجة فى شركة Leqrand الفرنسية والتى لها سعة قطع 6000A عند جهد 380V.

الجدول (٧-٦)

التيار المقنن In (A)	0.16	0.25	0.4	0.63	4.0	1.6
تيار المعايرة للقاطع Ir (A)	0.1-0.16	0.16-0.25	0.25- 0.4	0.4-0.63	0.63-1	1-1.6
التيار المقنن In (A)	2.5	4	6	10	16	20
تيار المعايرة للقاطع Ir (A)	1.6-2.5	2.5-4	4-6	6.3-10	10-16	16-20

170KA . علماً بأن هذه القيم تتغير يوماً بعد يوم نتيجة للتطور التكنولوجى فى صناعة هذه القواطع .

٢- قواطع الدائرة المفتوحة Open- type Circuit Breakers : وتتكون هذه القواطع من مجموعة من الموديولات Modules يمكن استبدالها فى أى وقت، كما أن هذه القواطع معدة لصيانتها وتغيير ريش تلامسها، وتصل التيارات المقننة لهذه القواطع إلى 5000A وسعة قطعها إلى 250KA . علماً بأن هذه القيم قابلة للتغير مع التطور التكنلوجى.

ويمكن تقسيم قواطع الجهد المنخفض من حيث طريقة فصلها إلى :

١- قواطع تفصل عند تيار يساوى الصفر. Current - Zero Interruption

حيث تقوم بإطفاء شرارة الفصل عند مرور التيار بالصفر فى النصف الثانى للموجة وتسمى هذه القواطع بقواطع غير محددة للتيار.

٢- قواطع تحدد التيار وتقوم هذه القواطع بقطع التيار أثناء تزايده فى النصف الأول للموجة قبل أن يصل إلى القيمة العظمى ويمكن تحقيق ذلك بعدة طرق وهم كما يلى :

أ - يكون القاطع له مقاومة كبيرة لعنصر الفصل الحرارى والمغناطيسى تعمل على تحديد تيار القصر لقيم يمكن التحكم فيها وفصلها بالقاطع .

ب - يكون للقاطع زمن فصل صغير جداً.

والشكل (٧-٢٠) يوضح الفرق بين عمل القواطع غير المحددة للتيار والتى تفصل التيار عند المرور بالصفر، والقواطع التى تحدد تيار القصر.

حيث إن :

تيار القصر الأقصى المتوقع I_S

تيار القصر المحدد باستخدام قاطع محدد للتيار I_D

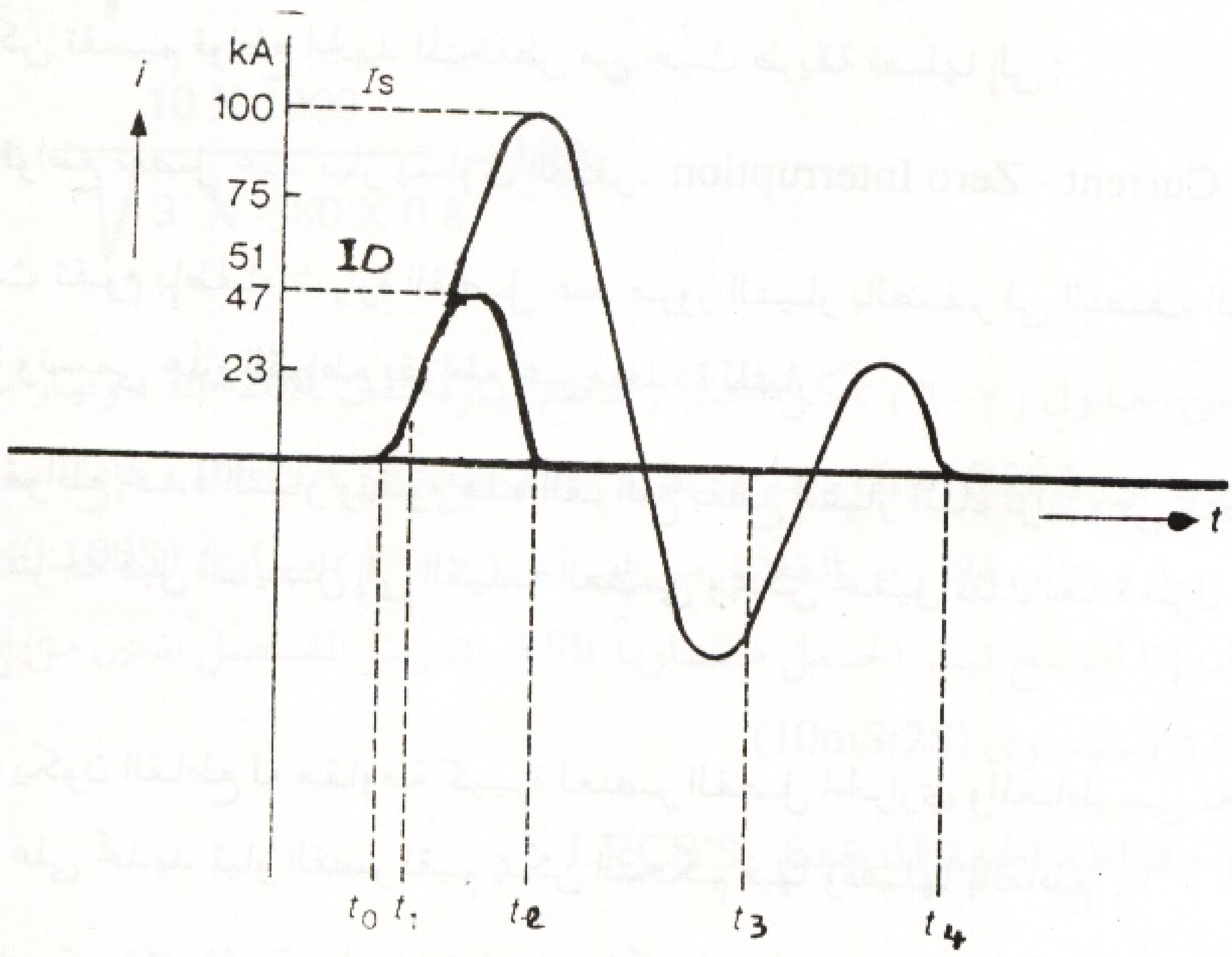
لحظة حدوث القصر to

لحظة فتح أقطاب القاطع المحدد للتيار t1

لحظة قطع التيار تماماً عند استخدام قاطع محدد للتيار t2

لحظة فتح أقطاب القاطع غير المحدد للتيار t3

لحظة قطع التيار تماماً عند استخدام قاطع غير محدد للتيار t4



الشكل (٧-٢٠)

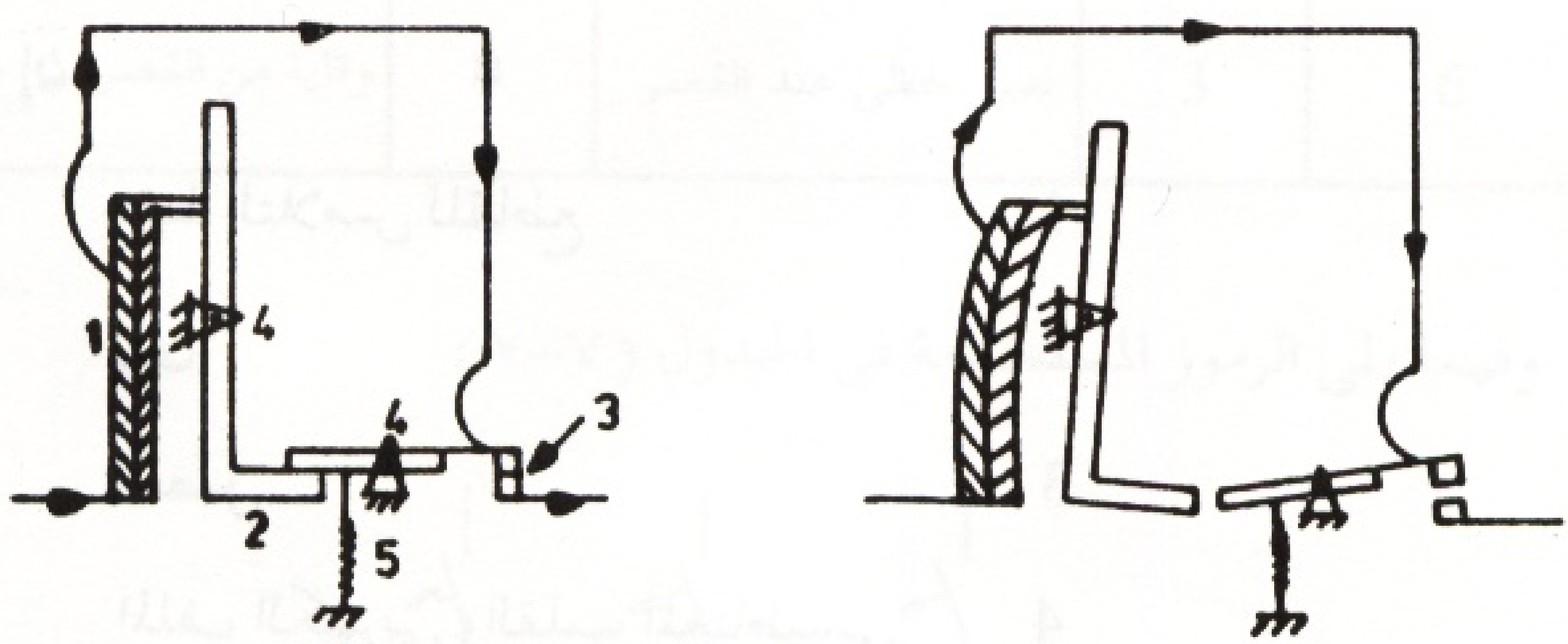
وتحتوى هذه القواطع بصفة عامة على نظام فصل عند زيادة التيار يتكون من :

- عنصر فصل حرارى بطىء Thermal realease
- عنصر فصل مغناطيسى يعمل لحظياً Instantaneous Magnetic release
- عنصر فصل مغناطيسيى بتأخير زمنى قصير Short delay Magnetic realse

أولاً : نظام الفصل الحرارى

يعمل هذا النظام على وقاية الدائرة من التيارات الناتجة عن زيادة الأحمال، وهو يتكون من شريحة ثنائية المعدن مكونة من معدنين لهما معامل تمدد حرارى مختلف، وعند مرور تيار أكبر من تيار الحمل المقنن تنثنى هذه الشريحة فيحدث فصل للقاطع ويختلف زمن الانثناء الكامل لهذه الشريحة والمسبب لفصل القاطع باختلاف التيار المار، فكلما زاد التيار المار قل هذا الزمن والعكس بالعكس.

والشكل (٧-٢١) يبين طريقة عمل نظام الفصل الحرارى، فالشكل (أ) لنظام فصل حرارى فى الوضع الطبيعى، والشكل (ب) لنظام الفصل الحرارى لحظة مرور تيار كبير.



ب　　　　　　أ

الشكل (٧-٢١)

حيث إن :

شريحة ثنائية المعدن	1
سقاطة	2
نقاط التلامس	3

محور ارتكاز 4

ياى 5

ثانياً : عنصر الفصل المغناطيسى

ويعمل هذا العنصر على توفير الوقاية من تيارات القصر، ويتكون من ملف كهربى له قلب حديدى يعمل كرافعة لآلة الفصل المغناطيسي، فعندما يزداد التيار المار فى الملف الكهربى ليصل إلى حد معين يتحرك القلب الحديدى ليجذب آلية الفصل مسبباً فصل القاطع فى زمن يتراوح ما بين (10:30mS) وذلك في حالة عناصر الفصل المغناطيسية الفورية . ويمكن إدخال مؤقت زمني الكتروني فى القاطع لإحداث تأخير زمنى قصير عند الفصل المغناطيسي . والشكل (٧-٢٢) يبين تركيب عنصر الفصل المغناطيسى بصورة مبسطة .

حيث إن :

نقط التلامس للقاطع 1

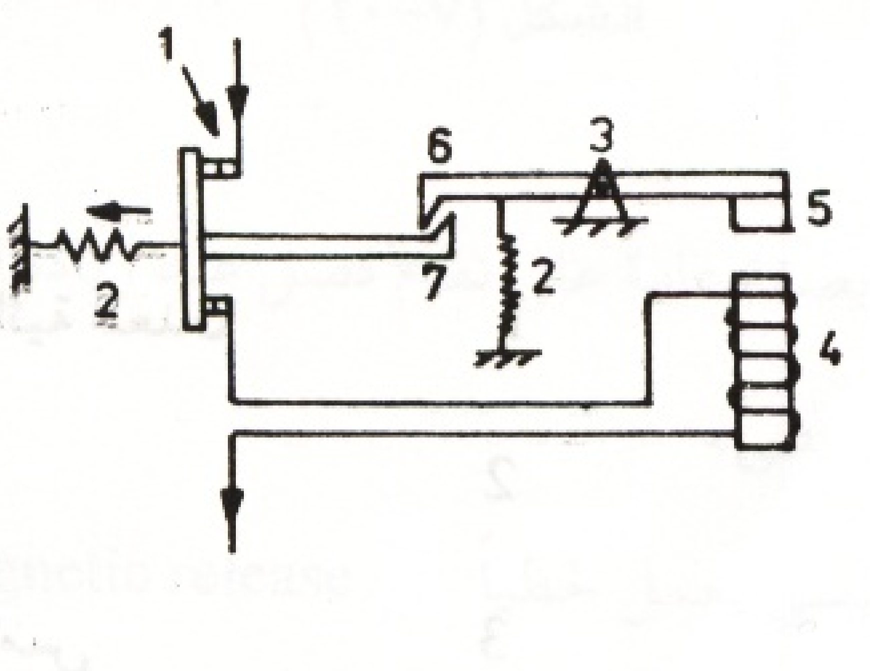
ياى 2

مفصل 3

الملف الكهربى والقلب المغناطيسى 4

رافعة 5

سقاطة 6



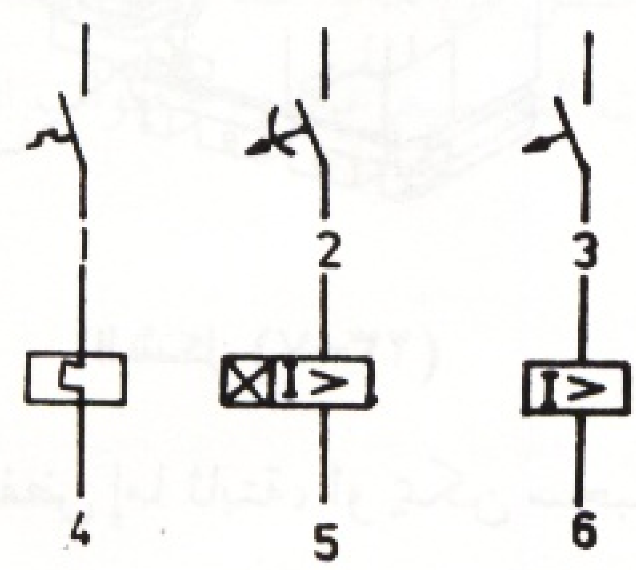
الشكل (٧-٢٢)

والجدول (٧-٧) يبين الرموز المستخدمة مع قواطع الجهد المنخفض.

الجدول (٧-٧)

الرموز الألمانية		خواص الفصل عند زيادة التيار	الرمز الحرفى	وظيفة القاطع
الرمز الصندوقى	رمز الدائرة			
4	1	تاخيـر زمنى يتناسب عكسياً مع تيار الحمل	a	وقاية من زيادة التيار
5	2	تاخير زمنى عند القصر يمكن معايرته.	z	وقاية من القصر بتأخير زمنى
6	3	فصل لحظى عند القصر	n	وقاية من القصر

وفيما يلى الرموز المستخدمة فى الجدول (٧-٧)



ويمكن تقسيم قواطع الجهد المنخفض تبعًا لنظام التشغيل إلى:

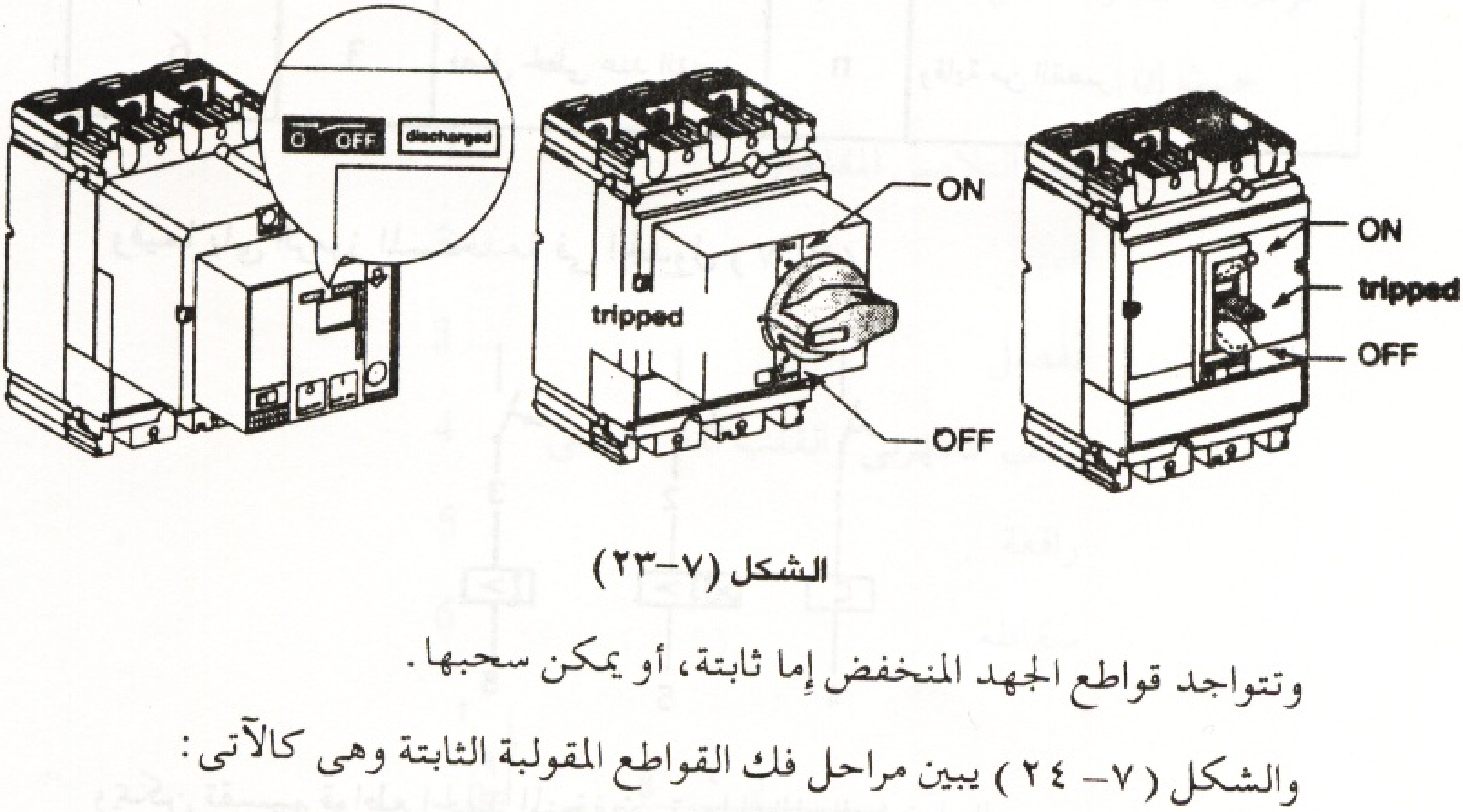
١ - قواطع تعمل بنظام يدوى للغلق والفتح بدون وحدة تخزين للطاقة مثل: القواطع المقولبة العادية حيث تزود بذراع تشغيل قلابة Toggle، أو بذراع تشغيل دوارة Rotary.

٢ - قواطع مزودة بذراع يدوية لشحن ياى الغلق، حيث يتم شحن ياى الغلق بتحريك الذراع حركة ترددية وبعد شحن الياى والضغط على ضاغط الغلق

Close يغلق القاطع وعادة تزود هذه القواطع بنظام ربط ميكانيكى لمنع تشغيل ضاغط الفتح Open، والغلق Close فى لحظة واحدة.

٣ - قواطع بنظام شحن يدوى وكهربى لياى الغلق يعمل على شحن ياى الغلق كهربيًا بواسطة ملف أو ملفين كهربيين، ويعمل على شحن ياى الغلق يدويًا بواسطة ذراع يدوى كالنوع السابق. وتوجد أنواع من هذه القواطع تستخدم محرك كهربى فى الشحن الكهربى لياى الغلق.

والشكل (٧-٢٣) يعرض ثلاثة أنواع من القواطع المقولبة المصنعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية. فالشكل (أ) لقطاع بذراع تشغيل قلاب Toggle، والشكل (ب) لقاطع بذراع تشغيل دوارة Rotary، والشكل (جـ) لقاطع يعمل بمحرك.



الشكل (٧-٢٣)

وتتواجد قواطع الجهد المنخفض إما ثابتة، أو يمكن سحبها.

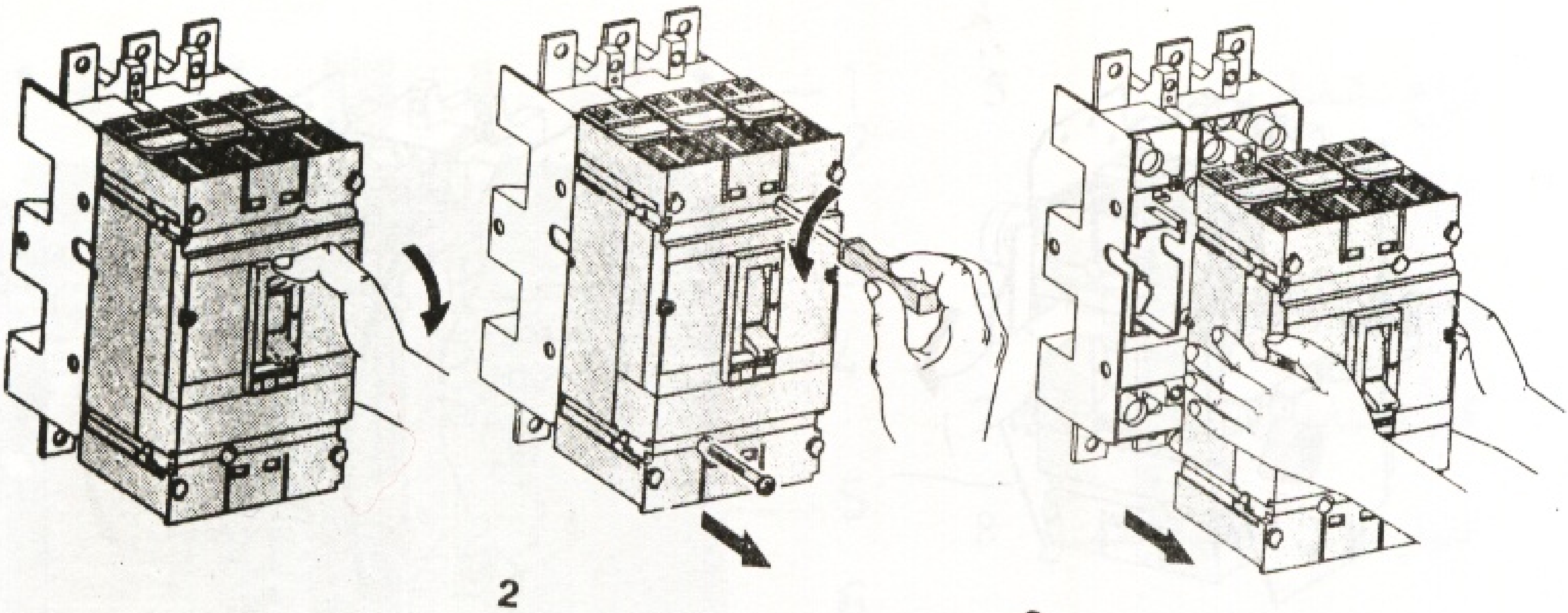
والشكل (٧- ٢٤) يبين مراحل فك القواطع المقولبة الثابتة وهى كالآتى:

1 يوضع ذراع التشغيل على وضع O.

2 فك مسامير التثبيت.

3 اجذب القاطع أفقيًا للخارج.

علمًا بأن خطوات التجميع هى عكس خطوات الفك.



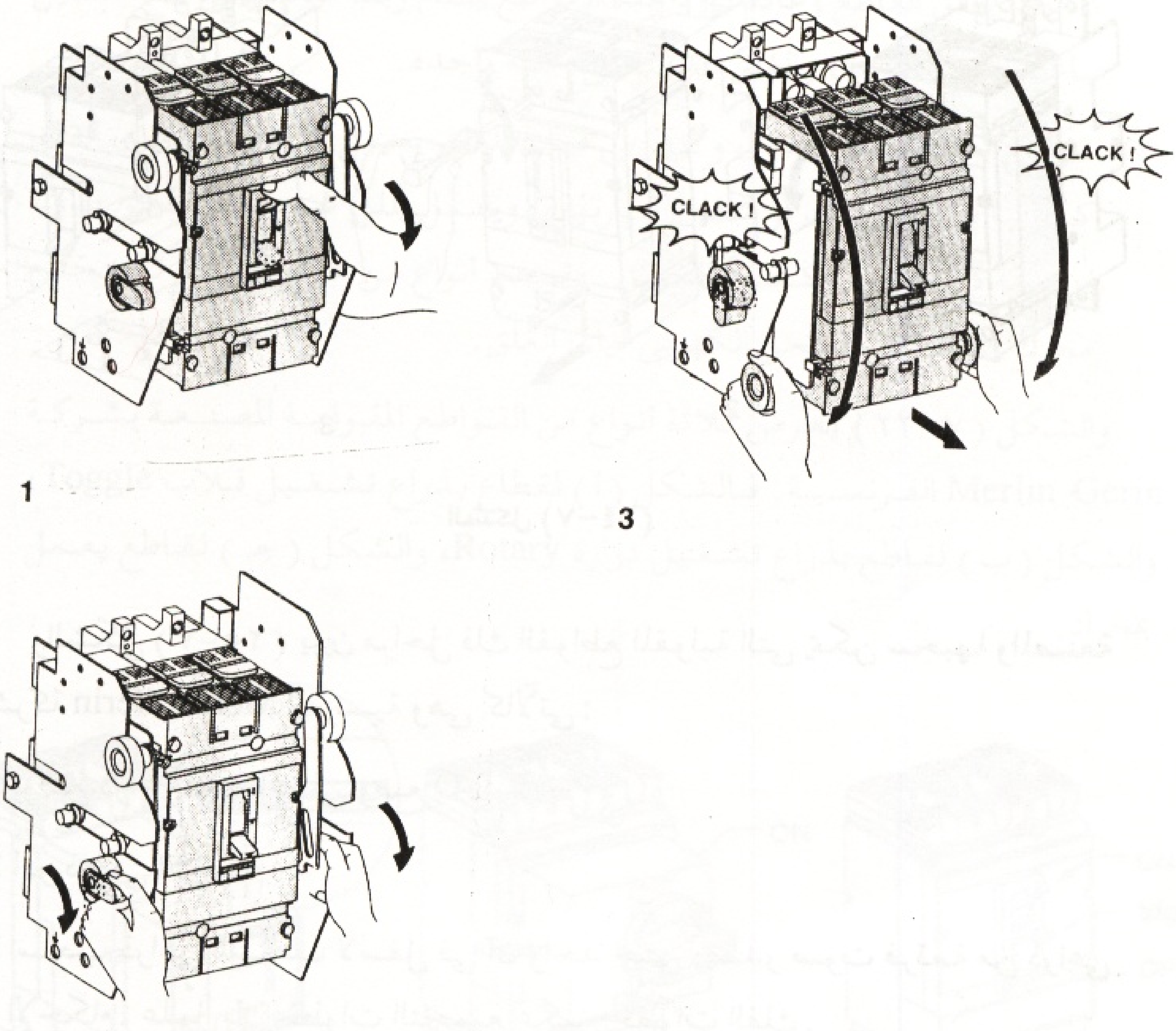
الشكل (٧-٢٤)

والشكل (٧-٢٥) يبين مراحل فك القواطع المقولبة التى **يمكن سحبها والمصنعة** بشركة Merlin Gerin الفرنسية وهى كالآتى :

1 يوضع ذراع التشغيل على وضع O.

2 أدر ذراعى الأحكام.

3 اسحب ذراعى السحب لأسفل فى آن واحد حتى يصدر **صوت فرقعة من ذراعى** الإحكام، علماً بأن خطوات التجميع عكس خطوات الفك.

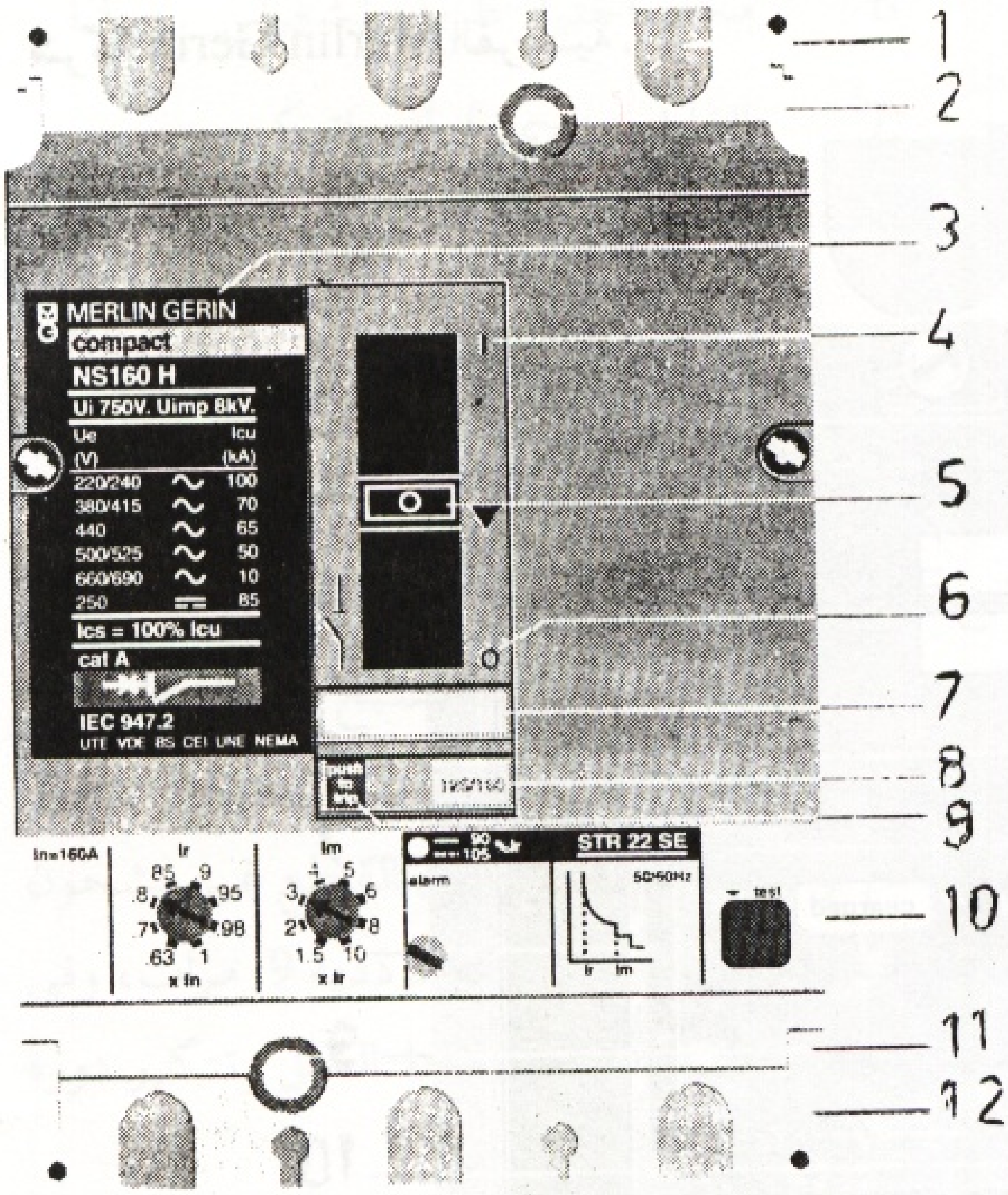


الشكل (٧-٢٥)

والشكل (٧-٢٦) يعرض محتويات وجه قاطع مقولب يعمل بذراع تشغيل قلابة من إنتاج شركة Merlin Gerin

حيث إن :

نقاط توصيل خرج القاطع	1
فتحات تثبيت القاطع	2,11
لوحة بيانات القاطع	3
علامة تحديد وضع التشغيل I	4



الشكل (٧-٢٦)

ذراع تشغيل يدوية 5

علامـــة تحديـــــد

وضـع الفـصــــلO 6

كان لكتابه بيانات خاصة 7

التيار المقنن لوحدة الفصل 8

ضـــاغط الفـــصل 9

ضاغط الاختبار 10

نقاط توصيل دخل القاطع12

ويلاحظ أن للقـاطع ثلاثة أوضـاع؛ وضع التـشـغـيل I ويكون ذراع التـــشـــغـــيل لأعلى، ووضع الفـــصـل O ويكون ذراع التـشـغـيل لأسـفل، ووضع الفـصل عند الخطأ Tripped ويـكـون ذراع تشغيل القاطع فى موضع متوسط بين الوضعين السابقين. ولإعادة القاطع بعد الفصل عند الخطأ لوضع التشغيل I يجب تحريك ذراع التشغيل لوضع الفصل O، ثم إعادة ذراع التشغيل بعد ذلك لوضع التشغيل I.

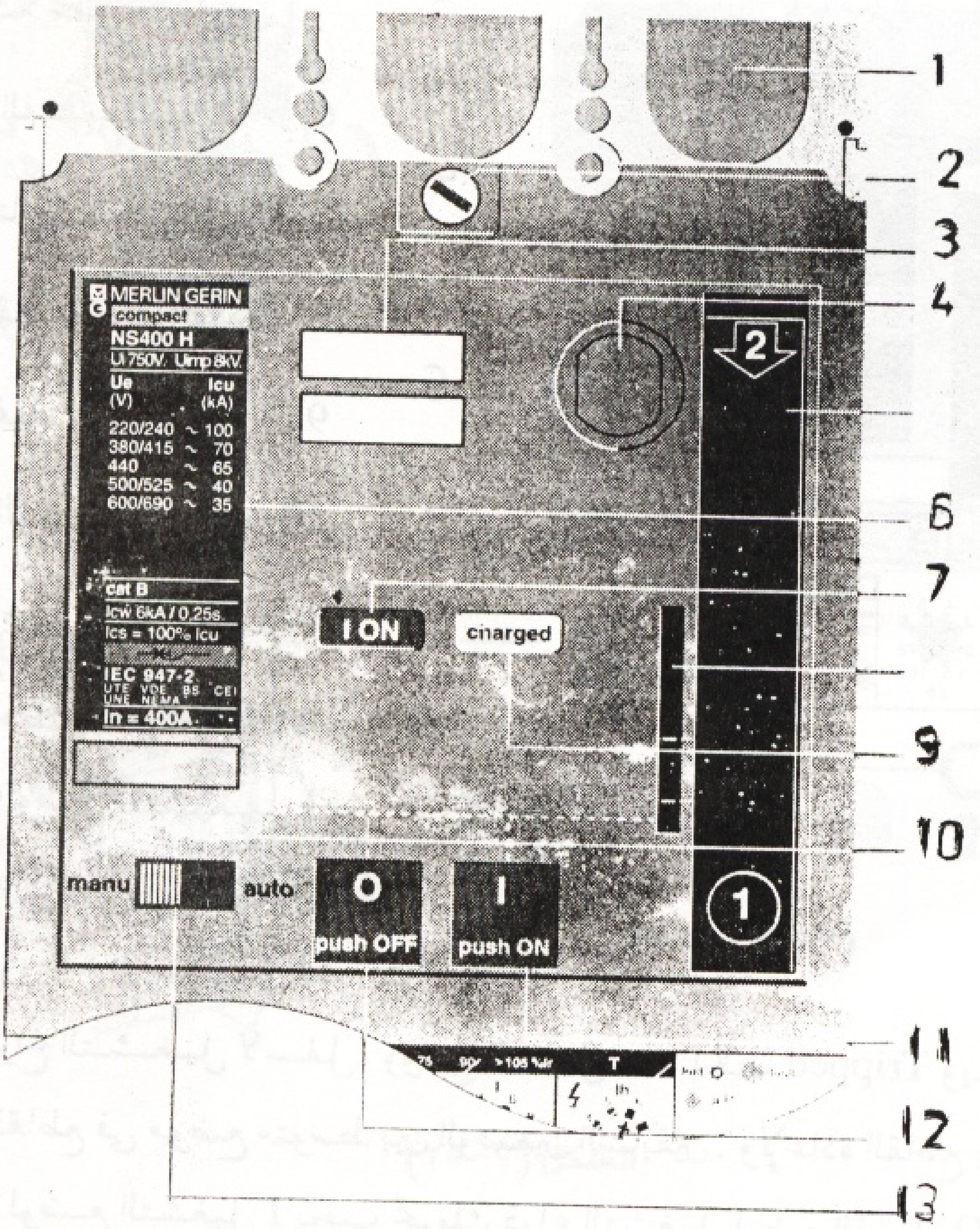
وعادة تزود هذه القواطع بوسيلة لتثبيت قفل يدوى لمنع الأشخاص غير المسموح لهم بتغيير وضع القاطع. والشكل (٧-٢٧) يعرض طرق تثبيت أقفال يدوية للقواطع المقولبة ذات ذراع التشغيل القلابة المصنعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية.



الشكل (٧-٢٧)

والشكل (٧-٢٨) يعرض محتويات وجه قاطع مقولب يعمل بمحرك من إنتاج

شركة Merlin Gerin الفرنسية .



الشكل (٧-٢٨)

حيث إن :

1 نقاط توصيل خرج القاطع

2 وسيلة ربط الموديلات الإضافية

3 مكان لكتابة بيانات خاصة

4 مكان قفل القاطع بمفتاح قفل فى وضع الفصل

5 ذراع الشحن

8 مكان وضع قفل يدوى لمنع إمكانية تغيير وضع القاطع

9 مبين حالة شحن الياى

10 عداد لعد مرات الفصل

11 ضاغط الغلق

12 ضاغط الفتح

لوحة بيانات 6 مكان اختيار طريقة تشغيل 13

مبين حالة التشغيل للقاطع فتح 7 القاطع يدوى / أتوماتيكى

o أو غلق I

وفيما يلى دورتى التشغيل اليدوية والأتوماتيكية لهذا القاطع.

١- دورة تشغيل القاطع عند اختيار التشغيل اليدوى:

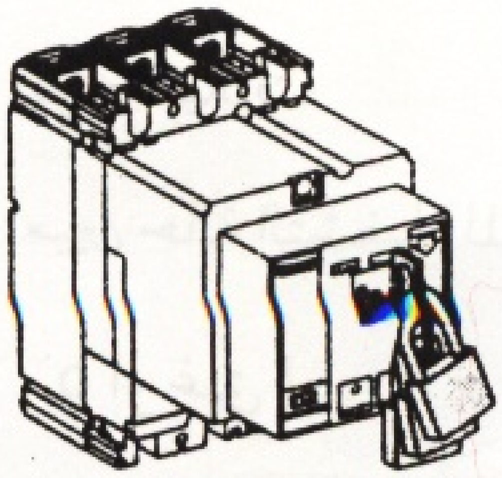
عندما يكون القاطع على وضع OFF، وياى القاطع مشحون Charged يكون القاطع جاهزاً للغلق ON بمجرد الضغط على ضاغط الغلق، ويصبح ياى القاطع غير مشحون discharged. وعند حدوث فصل متعمد بالضغط على ضاغط الفتح أو فصل نتيجة لخطأ بالدائرة يتحول القاطع لوضع OFF ويظل ياى القاطع غير مشحون حتى يتم شحنه بواسطة ذراع الشحن اليدوية بتحريكها حركة ترددية 9 مرات، وفى هذا الحالة يصبح القاطع جاهزاً للغلق بمجرد الضغط على ضاغط الغلق وتتكرر دورة التشغيل وهكذا.

٢- دورة تشغيل القاطع عند اختيار التشغيل الأتوماتيكى:

فعندما يكون القاطع على وضع OFF، وياى القاطع مشحون Charged وبمجرد وصول نبضة تشغيل أتوماتيكية يتحول القاطع ON ويصبح ياى القاطع غير مشحون discharged وعند حدوث فصل للقاطع متعمد وذلك بالضغط على ضاغط الفصل، أو فصل أتوماتيكى عند حدوث خطأ فإن الياى سوف يشحن تلقائياً، وبمجرد تمام عملية الشحن تصل نبضة تشغيل أتوماتيكية وتتكرر دورة التشغيل بمجرد وصول نبضة تشغيل كهربية.

علماً بأن نبضة التشغيل الكهربية يمكن التحكم فيها من غرف التحكم من بعد بواسطة المشغلين وهذا لا يجعل هناك حاجة لذهاب المشغل لمكان القاطع. وعادة تزود القواطع المقولبة ذات المحرك بوسيلة لتثبيت قفل يدوى لمنع الأشخاص غير المسموح لهم بتغيير وضع القاطع خصوصاً أثناء أعمال الصيانة، حيث يوضع القاطع على وضع OFF ويستخدم قفل لمنع تغيير وضع القاطع. والشكل (٧-٢٩) يعرض طريقة تثبيت أقفال يدوية لقاطع مقولب يعمل بمحرك من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية.

٧ / ٤ / ١ - الخواص الكهربية لقواطع الجهد المنخفض



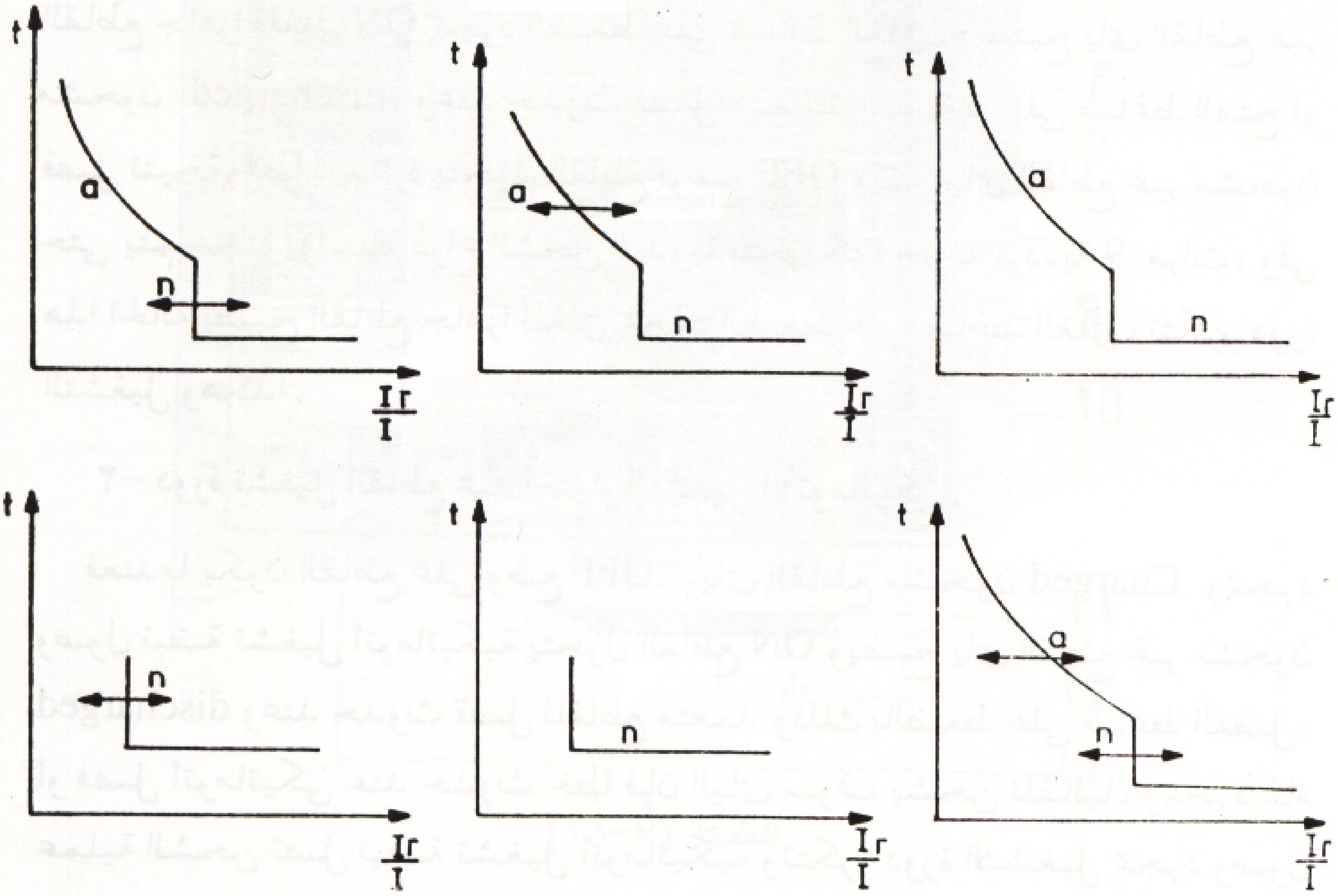
الشكل (٧-٢٩)

الشكل (٧-٣٠) يعرض خواص الزمن والتيار المختلفة لقواطع الجهد المنخفض المزودة بعناصر الفصل الحرارية والمغناطيسية.

حيث إن :

a تعنى تأخير زمنى عكسى عند زيادة الحمل.

n تعنى فصل فورى عند القصر.



الشكل (٧-٣٠)

ويلاحظ من الشكل (أ) أن خواص التأخير الزمنى العكسى عند زيادة الحمل a وكذلك خواص الفصل الفورى عند القصر n ثابتة، وتمثل هذه الخواص خواص القواطع المقولبة المستخدمة فى أنظمة التوزيع. أما فى الشكل (ب) فإن الخواص a قابلة للمعايرة والخواص n ثابتة، وهذه الخواص لقواطع المحركات وكذلك قواطع أنظمة التوزيع. وفى الشكل (جـ) فإن خواص a ثابتة وخواص n قابلة للمعايرة تبعا لتيار القصر المطلوب أن يفصل عنده القاطع. وهذه الخواص لقواطع التوزيع ذى

السعات الكبيرة.

وفى الشكل (د) فإن كلا من الخواص a,n قابلة للمعايرة، وهى تمثل خواص قواطع المحركات وقواطع أنظمة التوزيع. وفى الشكل (هـ) فإنه لا يوجد خواص a فى حين أن خواص n ثابتة، وهى تمثل خواص قواطع العزل. وفى الشكل (و) فإنه لا يوجد خواص a فى حين أن خواص n قابلة للمعايرة وهى خواص قواطع البدء.

والجدول (٧-٨) يعرض خواص القواطع المقولبة MCCB'S المنتجة بشركة Leqrand الفرنسية والتى تخضع للمواصفات القياسية العالمية IEC.

الجدول (٧ - ٨)

سعة القطع عند 380V (KA)	حدود الفصل المغناطيسى لخط التعادل (A)	حدود تيار الفصل المغناطيسى للأوجه (A)	حدود معايرة تيار خط التعادل (A)	حدود معايرة تيار الأوجه(A) I	الرمز
25	-	630	-	45:63	DPX 63
	-	1000		70:100	DPX 100
	-	1250	-	90:125	DPX 125
		6000	-	100:160	DPX 160
35	-	875:2500	-	160:250	DPX 250
	-	1600:3200	-	250:320	DPX 320
		2000-4000	-	320-400	DPX 400
50		2500:5000	-	400:500	DPX 500
		3150:6300	-	500:630	DPX 630
		4000:8000		630:800	DPX 800
30	560:1600	875:2500	100:160	160:250	DPX 250
	1000:2000	1600:3200	160:200	250:320	DPX 320
	1250:2500	2000:4000	200:250	320:400	DPX 400

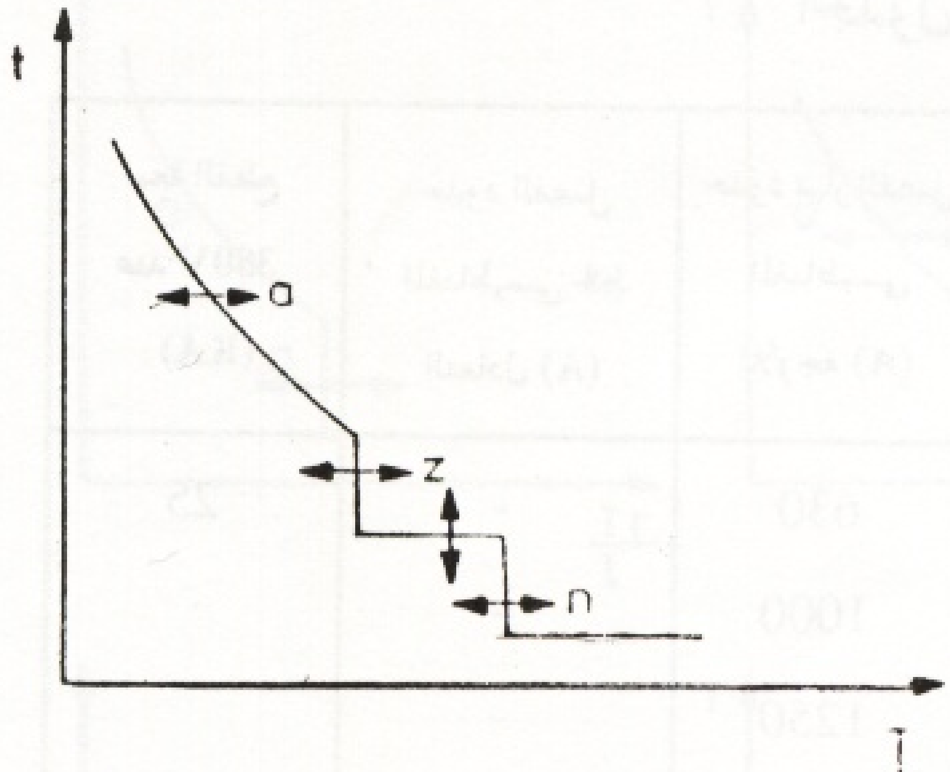
وتوفر شركة Legrand موديولات تسرب يمكن تثبيتها مع هذه القواطع فى أحد جانبيها أو أسفلها وتزود هذه الموديولات بوسيلة لضبط تيار التسرب لتأخذ أحد القيم التالية 30 mA, 300 mA, 1 A, 3 A ، وهذه الموديولات مزودة بضاغط اختيار وضاغط تحرير.

ولقد قامت الشركات المصنعة لقواطع الجهد المنخفض بإنتاج قواطع مزودة بوحدة فصل الكترونية بدلاً من وحدة الفصل الحرارية المغناطيسية. والشكل (٧-٣١) يعرض خواص الزمن والتيار لهذه القواطع. ويلاحظ من منحنى خواص الزمن والتيار أنه يتكون من ثلاثة منحنيات:

منحنى الفصل المتأخر عند زيادة الحمل a

منحى الفصل المتأخر عند القصر z

منحنى الفصل الفورى عند القصر n



الشكل (٧-٣١)

٧/ ٤ / ٢ - معايرة القواطع ذات عناصر الفصل الحرارية والمغناطيسية

الشكل (٧-٣٢) يعرض أماكن المعايرة فى قواطع مقولبة مزودة بوحدة فصل حرارية ومغناطيسية من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية .

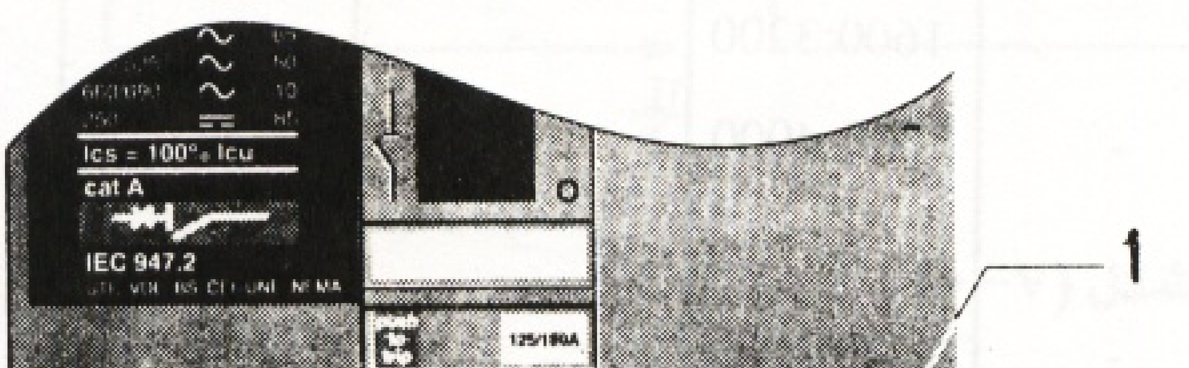
حيث إن:

رمز كودى للشركة لوحدة الفصل 1

التيار المقنن In ودرجة الحرارة القصوى لوحدة الفصل 2

مكان معايرة 3

التيار المغناطيسى Im



الشكل (٧-٣٢)

مكان معايرة التيار الحرارى Ir 4

حيث يضبط تيار الفصل الحرارى Ir عند قيمة تتراوح ما بين (0.8:1In) فمثلاً: عند ضبط تيار الفصل الحرارى Ir عند 0.9 فإن:

$$Ir = 160 \times 0.9 = 144\ A$$

فعند زيادة تيار الحمل عن 144A فإن القاطع سوف يفصل فى زمن يتراوح ما بين 3 ثوانى إلى ساعتين تبعاً لقيمة تيار الحمل.

أما تيار الفصل المغناطيسى Im فيضبط عند قيم تتراوح ما بين 5:10 مرات من تيار القاطع المقنن In.

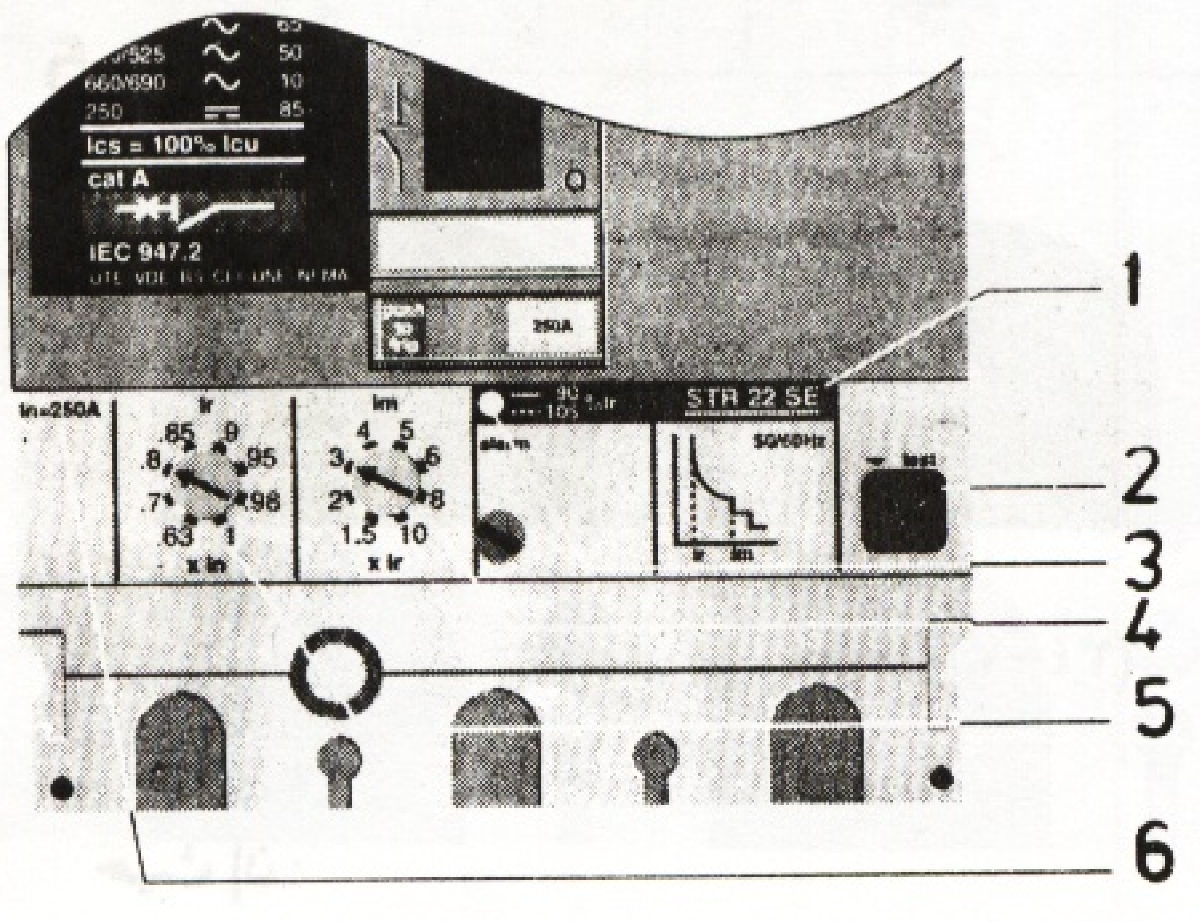
ولنفرض أنه تم ضبط التيار المغناطيسى Im عند 8 هذا يعنى أن:

$$Im = 8 \times 160 = 1280\ A$$

وفى هذه الحالة فإن القاطع سيفصل لحظياً عند تعدى تيار القصر 1280 A.

٧ / ٤ / ٣ - معايرة القواطع ذات عناصر الفصل الالكترونية

الشكل (٧ -٣٣) يعرض أماكن المعايرة فى قواطع مقولبة مزودة بمكانين للمعايرة من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية.



الشكل (٧-٣٢)

حيث إن:

رمز كودى لوحدة الفصل 1

ضاغط اختبار 2

لمبة بيان الإنذار المبكر 3

مكان معايرة تيار الفصل عند القصر 4

مكان معايرة تيار الفصل عند زيادة الحمل 5

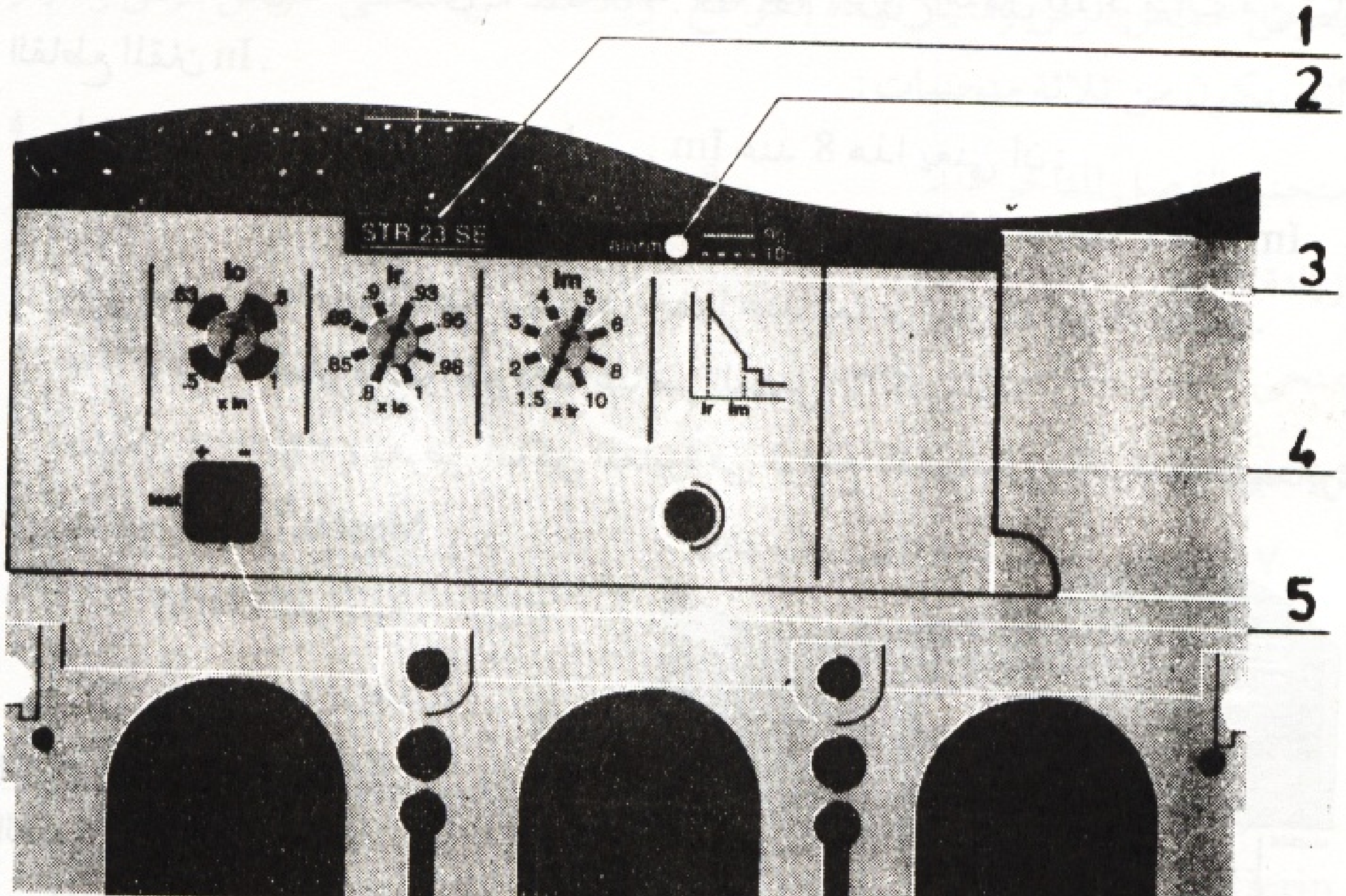
التيار المقنن لوحدة الفصل الالكترونية In 6.

والجدير بالذكر أن لمبة الإنذار تضىء عند وصول تيار الحمل إلى 0.9 Ir بضوء ثابت، وتضىء عند وصول تيار الحمل 1.05 Ir بضوء متقطع، ويتم معايرة تيار

الفصل عند زياة الحمل Ir عند قيم تتراوح ما بين In (0.63:1) ، فى حين يتم معايرة تيار الفصل عند قيم تتراوح ما بين Ir (1.5:10) .

فعند تعدى تيار الحمل التيار Ir يفصل القاطع فى زمن يتراوح ما بين 3 ثوانى إلى ساعتين، وعند تعدى تيار الحمل التيار Im يفصل القاطع لحظياً .

والشكل (٧-٣٤) يعرض أماكن المعايرة لقاطع مقولب مزود بوحدة فصل الكترونية بثلاثة أماكن للمعايرة من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية .



الشكل (٧-٣٤)

حيث إن :

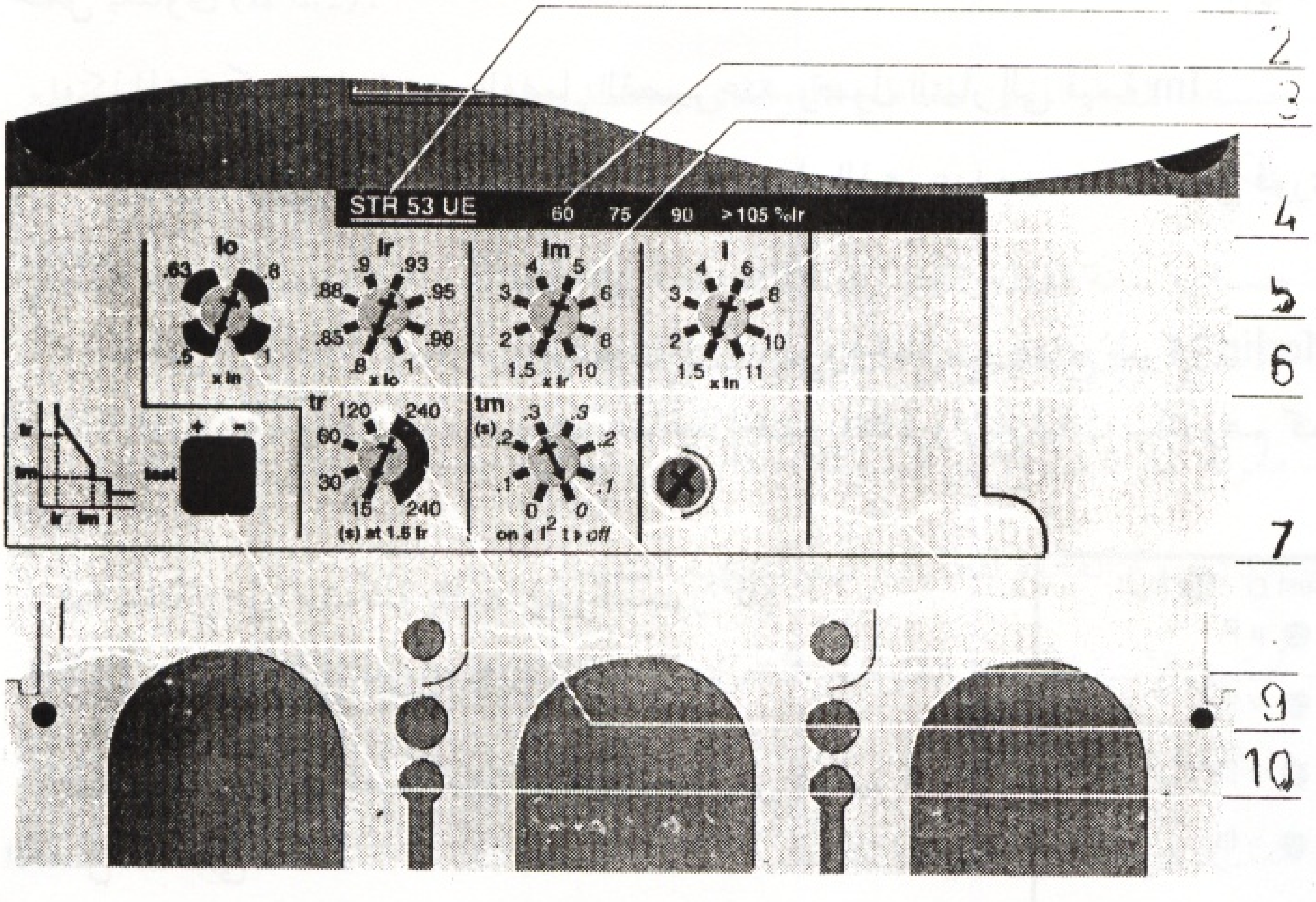
رمز كودى لوحدة الفصل	1
لمبة بيان الإنذار المبكر	2
مكان ضبط تيار الفصل اللحظى Im	3
مكان ضبط تيار الفصل الطويل Ir	4
مكان اختبار القاطع	5

ويتم ضبط تيار الأساس Io عند قيم تتراوح ما بين (0.63:1) من التيار المقنن للقاطع.

ويتم ضبط تيار الفصل الطويل عند زيادة الحمل Ir عند قيم تتراوح ما بين Io (0.8:1) .

ويتم ضبط تيار الفصل اللحظى عند القصر Im عند قيم تتراوح ما بين Ir (1.5:10) .

والشكل (٧–٣٥) يعرض أماكن المعايرة لقاطع مقولب مزود بستة أماكن للمعايرة من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية.



الشكل (٧–٣٥)

حيث إن :

رمز كودى لوحدة الفصل 1

أربع لمبات بيان للإنذار المبكر 2

تيار الفصل فى زمن قصير Im 3

4 تيار الفصل اللحظى I

5 مجرى يوضع فيها موديول تحديد نوع الخطأ

6 تيار الفصل فى زمن طويل Ir

7 مجرى يوضع فيها موديول تسرب أرضى

8 زمن التأخير القصير tm

9 زمن التأخير الطويل

10 مكان اختبار القاطع

وفى هذا القاطع يمكن معايرة زمن الفصل عند زيادة الحمل t_r بالثانية والمقابل تيار حمل يساوى (1.5 Ir) .

وكذلك يمكن معايرة زمن الفصل القصير عند وصول التيار إلى قيمة Im .

أما تيار الفصل الفورى I فهو يمثل قيمة التيار الذى عنده يحدث فصل فورى للقاطع .

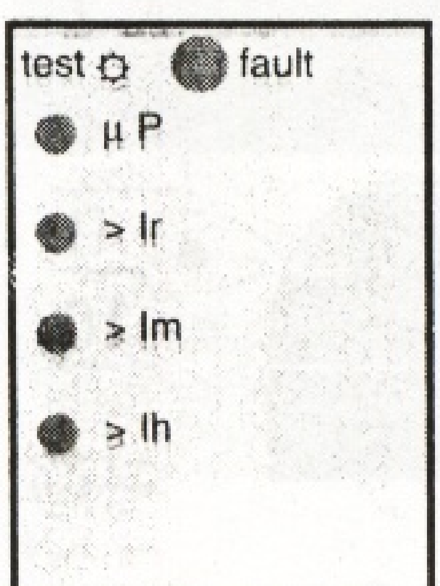
والشكل (٧ - ٣٦) يعرض موديول تحديد نوع الخطأ من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية . وتزود هذه الوحدة بضاغط اختبار Test وأربع لمبات بيان وهم كما يلى :

لمبة بيان وجود مشكلة بالميكروبروسيسور µP .

لمبة بيان زيادة تيار الحمل Ir < .

لمبة بيان حدوث قصر أدى للفصل بعد زمن قصير أو الفصل اللحظى Im< .

لمبة بيان حدوث تسرب أرضى Ih < .



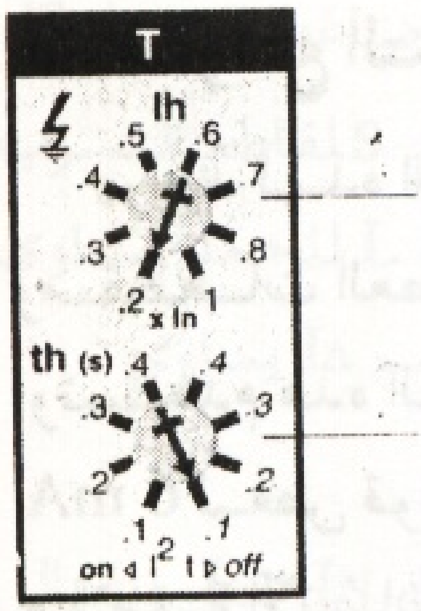
الشكل (٧-٣٦)

والشكل (٧-٣٧) يعرض موديول التسرب الأرضى من إنتاج شركة Merlin Gerin الفرنسية .

حيث إن :

1 مكان ضبط تيار التسرب Ih

مكان ضبط زمن الفصل بالثانية th 2



الشكل (٧-٣٧)

والجدير بالذكر أن شركة Merlin Gerin الفرنسية توفر جهاز لاختبار وحدة فصل القاطع، وكذلك جهاز لاختبار المعايرة وذلك لقياس زمن الفصل الطويل عند 1.5 Ir وزمن الفصل اللحظى عند 15 Ir، وزمن الفصل عند حدوث تسرب أرضى مقداره 0.8 In .

٧ / ٤ / ٤ - اختيار قواطع الجهد المنخفض

توجد عدة نقاط تؤخذ فى الاعتبار عند اختبار قواطع الجهد المنخفض وهى كالآتى :

١- حساب التيار المقنن للقاطع In والذى يعتمد على تيار الحمل أو مساحة مقطع الكابلات .

٢- حساب سعة القطع القصوى Breaking Capacity وذلك بحساب تيار القصر الأقصى وسوف نتعرض لذلك فى الفقرة (٨ / ٣) .

٣- معرفة تيار البدء وزمن البدء للأحمال التى لها تيار بدء كبير مثل : المحركات .

٤- تحديد نوع القاطع المطلوب تبعًا لنوعية التثبيت .

٥- تحقيق الانتقائية مع القواطع الأخرى فى الدائرة وسوف نتناول ذلك فى الفقرة (٨/٥) .

٦- تحديد درجة حرارة الوسط المحيط .

٧- تحديد نوعية نظام التشغيل فى القاطع .

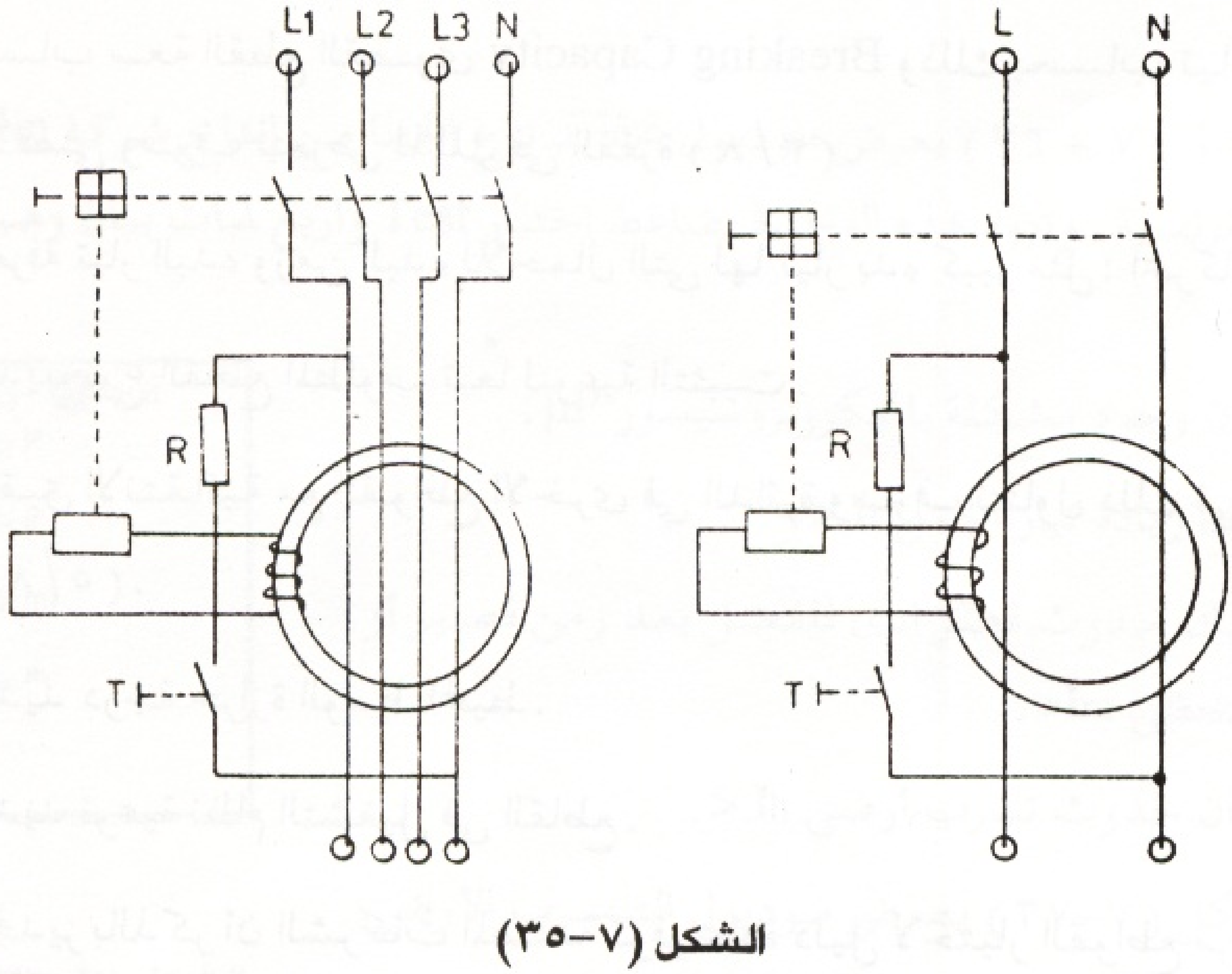
والجدير بالذكر أن الشركات المصنعة توفر عادة دليل لاختيار القواطع من منظور ظروف تشغيل القاطع ونوع الحمل وتيار التشغيل المقنن وسعة القطع القصوى مع تحقيق الانتقائية الأمر الذى يوفر على المستخدم الكثير من الحسابات المعقدة .

٧-٥ قواطع التسرب الأرضى (ELCB's)

يوجد لهذه القواطع عدة مسميات مثل: أجهزة التيار المتخلف (Rcd's)، ومقطعات العطل الأرضى (GFI'S)، وقواطع التسرب الأرضى (ELCB'S). وتستخدم هذه القواطع لفصل الدائرة بمجرد تسرب تيار صغير للأرضى قد يصل إلى 6 mA لبعض قواطع التسرب الأرضى، علماً بأن تيار التسرب قد يكون ناتجاً عن ملامسة الإنسان لأحد الخطوط الكهربية، وحيث إن هذا التيارصغير ولا يكفى لفصل قواطع الحماية من زيادة التيار أو المصهرات الأمر الذى يلزم استخدام هذا النوع من القواطع.

والجدير بالذكر أن تيار التسرب الأرضى قد يؤدى إلى حدوث انفجارات وحرائق فى الأماكن الخطرة والتى تحتوى على أبخرة قابلة للاشتعال أو الانفجار.

والشكل (٧-٣٨) يعرض الدائرة الداخلية لقاطع تسرب أرضى بقطبين (الشكل أ) وبأربعة أقطاب (الشكل ب).



الشكل (٧-٣٥)

فقاطع التسرب الأرضى ذو القطبين يتكون من ريشتين متصلتين بموصلين يمران داخل محول تيار صفرى Zero current transformer، ويوصل ملف محول التيار بريلاى الفصل الذى يتحكم فى فتح ريش القاطع عند حدوث تسرب أرضى،

ويوصل الموصل N مع الموصل L من خلال مقاومة R ، وكذلك ضاغط اختبار T، فعند الوضع الطبيعى يتم الضغط على ضاغط تشغيل آلة الوصل S لقاطع التسرب فتغلق ريش القاطع، وفى الوضع الطبيعى فإن التيار المار فى الوجه L للحمل يساوى التيار الراجع فى خط التعادل N من الحمل، وبالتالى فإن تيار التسرب I_Δ يساوى:

$$I_\Delta = I_L - I_N > 0$$

وعند حدوث تسرب لبعض التيار الراجع إلى أرضى المنشأة فإن $I_L > I_N$ وبالتالى فإن

$$I_\Delta = I_L - I_N > 0$$

وعندما يكون تيار التسرب I_Δ أكبر من أو يساوى تيار التسرب المقنن $I_{\Delta N}$ والذى يساوى عادة 30 mA فإن قاطع التسرب سوف يفصل ريشه ويمكن اختيار هذا القاطع بالضغط على الضاغط T حيث يصبح:

$$I_\Delta = I_L$$

وتختار المقاومة R بحيث يكون تيار التسرب أكبر من تيار التسرب المقنن للقاطع $I_{\Delta N}$ فيقوم القاطع بفصل الدائرة.

أما قاطع التسرب الأرضى ذو الأربعة أقطاب فهو لا يختلف فى تركيبه عن قاطع التسرب ذو القطبين إلا فى عدد الأقطاب وفى حالة الأحمال الثلاثية الأوجه فإن:

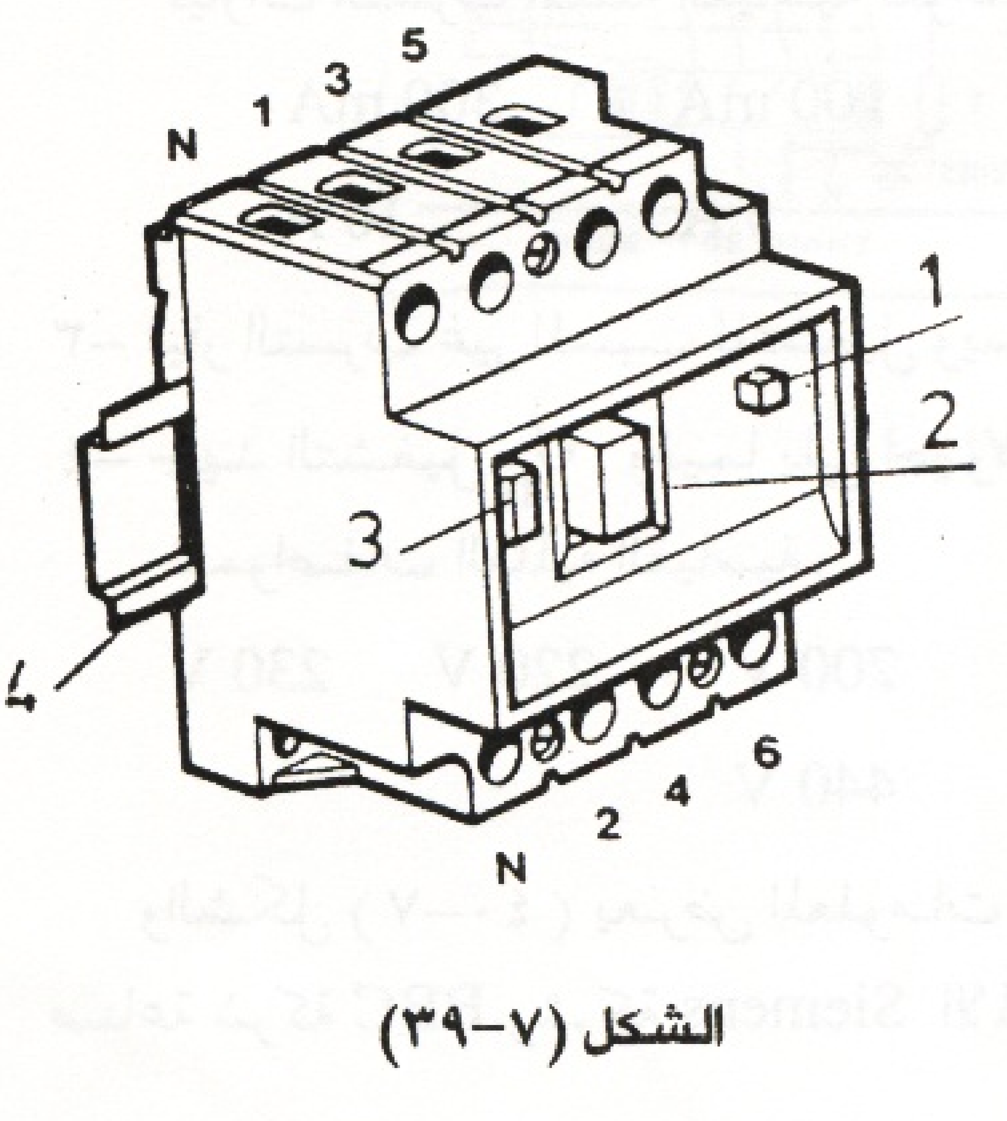
$$I_\Delta = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} = 0$$

وعند حدوث تسرب فإن:

$$I_\Delta = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} > 0$$

وعندما يكون تيار التسرب I_Δ أكبر من تيار التسرب المقنن $I_{\Delta N}$ يعمل القاطع.

ويوجد من هذه القواطع أنواع تثبت بمسامير، وأخرى تثبت على قضبان وميجا. والشكل (٧-٣٩) يعرض نموذجًا لقاطع تسرب أرضى أربعة أقطاب مثبت على قضيب أوميجا.



الشكل (٧-٣٩)

حيث إن :

1	ضاغط اختبار القاطع
2	مفتاح التشغيل بالانضغاط
3	ضاغط تحرير القاطع
4	قضيب أوميجا

والجدير بالذكر أنه عند الضغط على المفتاح الانضغاطى 2 يتحول القاطع لحالة الفصل، وعند الضغط على ضاغط اختبار القاطع 1 أو ضاغط الاختبار 3يخرج المفتاح 2 للخارج ويتحول القاطع لحالة القطع. علمًا بأنه توجد أنواع مزودة بعلم لونه أخضر عندما يكون القاطع فى حالة وصل ولونه أحمر عندما يكون القاطع فى حالة فصل.

٧ / ٧ / ١ - المصطلحات الفنية المستخدمة مع قواطع التسرب الأرضى

١- التيار المقنن In : هو التيار الذى يصمم القاطع على حملة بدون أى خطورة على ريشه. وفيما يلى التيارات المقننة القياسية لقواطع التسرب تبعًا للمواصفات العالمية IEC.

6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40A
50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	200A

٢- تيار التسرب المقنن $I_{\Delta N}$: وهو أقل تيار تسرب يحدث فصل للقاطع. وفيما يلى تيارات التسرب المقننة القياسية لقواطع التسرب تبعًا للمواصفات العالمية IEC.

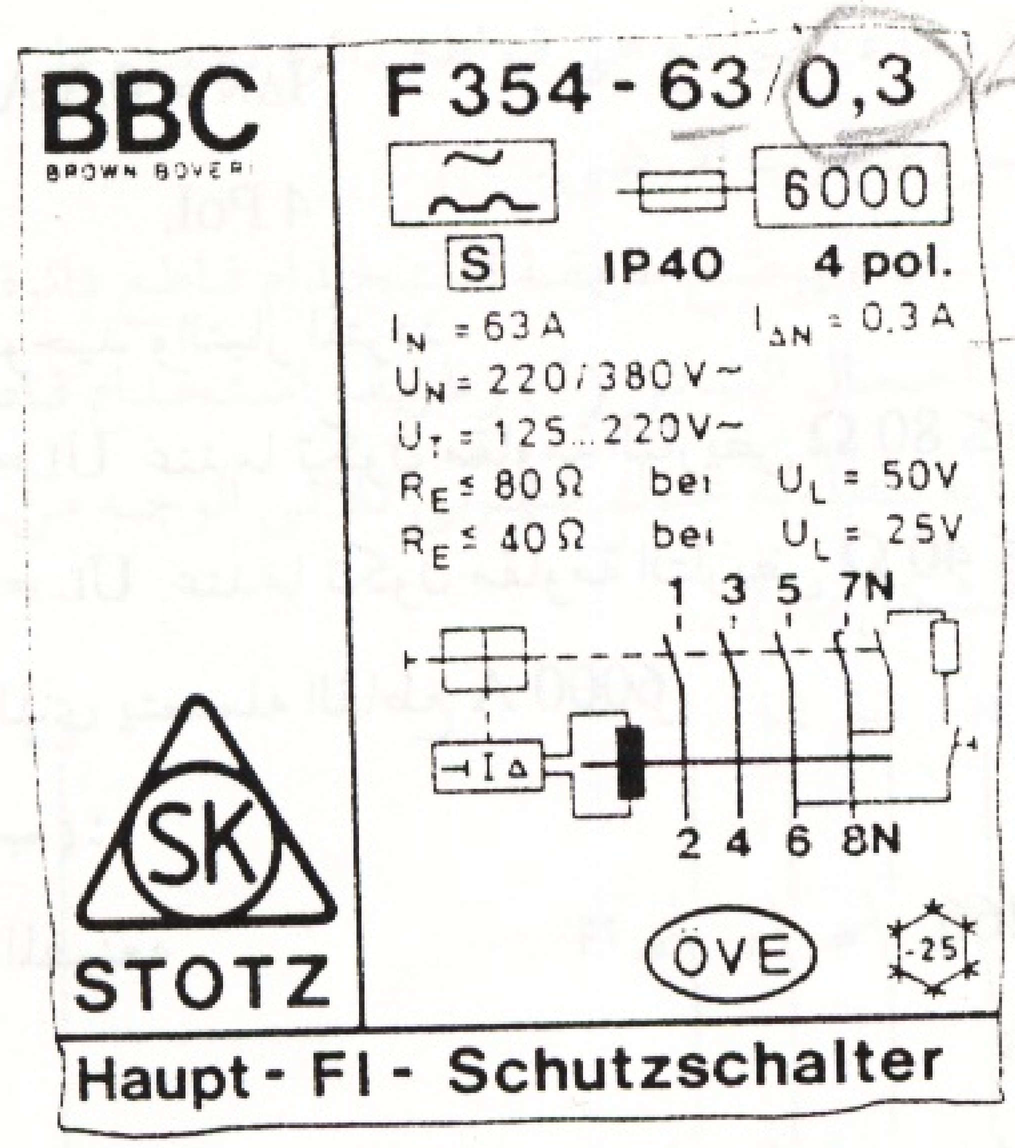
6 mA	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA
500 mA	1 A	3 A	5 A	10 A

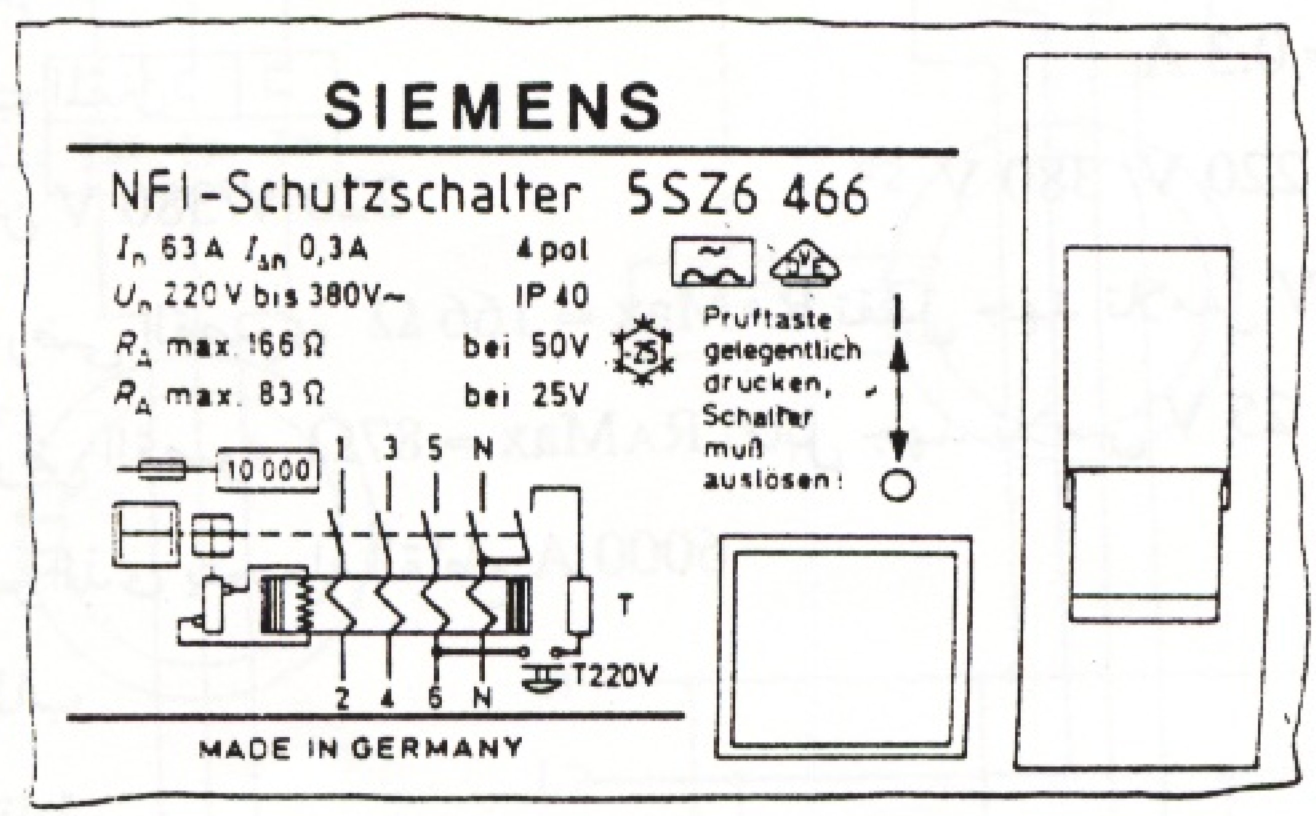
٣- تيار التسرب غير المسبب للتشغيل ويساوى $0.5\ I_{\Delta N}$.

٤- جهد التشغيل U_n. وفيما يلى جهود التشغيل القياسية لقواطع التسرب تبعًا للمواصفات العالمية القياسية.

100 V	110 V	120 V	200 V	220 V	230 V
240 V	380 V	415 V	440 V		

والشكل (٧-٤٠) يعرض المعلومات الفنية المعروضة على قاطعى تسرب من صناعة شركة BBC وشركة Siemens الألمانية.





الشكل (٧-٤٠)

محتويات الشكل (أ) :

رقم الكتالوج F354 - 63/ 0.3

شركة براون بوفيرى BBC

درجة الوقاية IP 40

التيار المقنن $I_N = 63A$

الجهد المقنن $U_N = 220/380V$

تيارالتسرب المقنن $I_{\Delta N} = 0.3\ A$

عدد الأقطاب أربعة 4 Pol.

يستخدم مع دوائر التوحيد والتيار المتردد

جهد التلامس $U_L = 50\ V$ عندما تكون مقاومة التأريض $R_E \leq 80\ \Omega$

جهد التلامس $U_L = 25\ V$ عندما تكون مقاومة التأريض $R_E \leq 40\ \Omega$

تيار القصر الأقصى الذى يتحمله القاطع 6000 A

محتويات الشكل (ب):

رقم خاص بالشركة المصنعة 5 SZ 6466

الشركة المصنعة Siemens

التيار المقنن $I_n = 63\ A$

تيارالتسرب المقنن $I_{\Delta N} = 0.3\ A$

الجهد المقنن 220 V/380 V $U_n = 220\ V/\ 380\ V$

مقاومة الأرضى القصوى $R_AMax = 166\ \Omega$ تقابل جهد تلامس 50 V

مقاومة الأرض القصوى $R_AMax = 87\Omega$ تقابل جهد تلامس 25 V

تيار القصر الذى يتحمله القاطع 6000 A

أربعة أقطاب 4 Pol.

درجة الوقاية IP40

يعمل فى دوائر التوحيد ودوائر التيار المتردد

تخضع للمواصفات القياسية الألمانية VDE

٧ / ٥ / ٢ - أنواع قواطع التسرب الأرضى

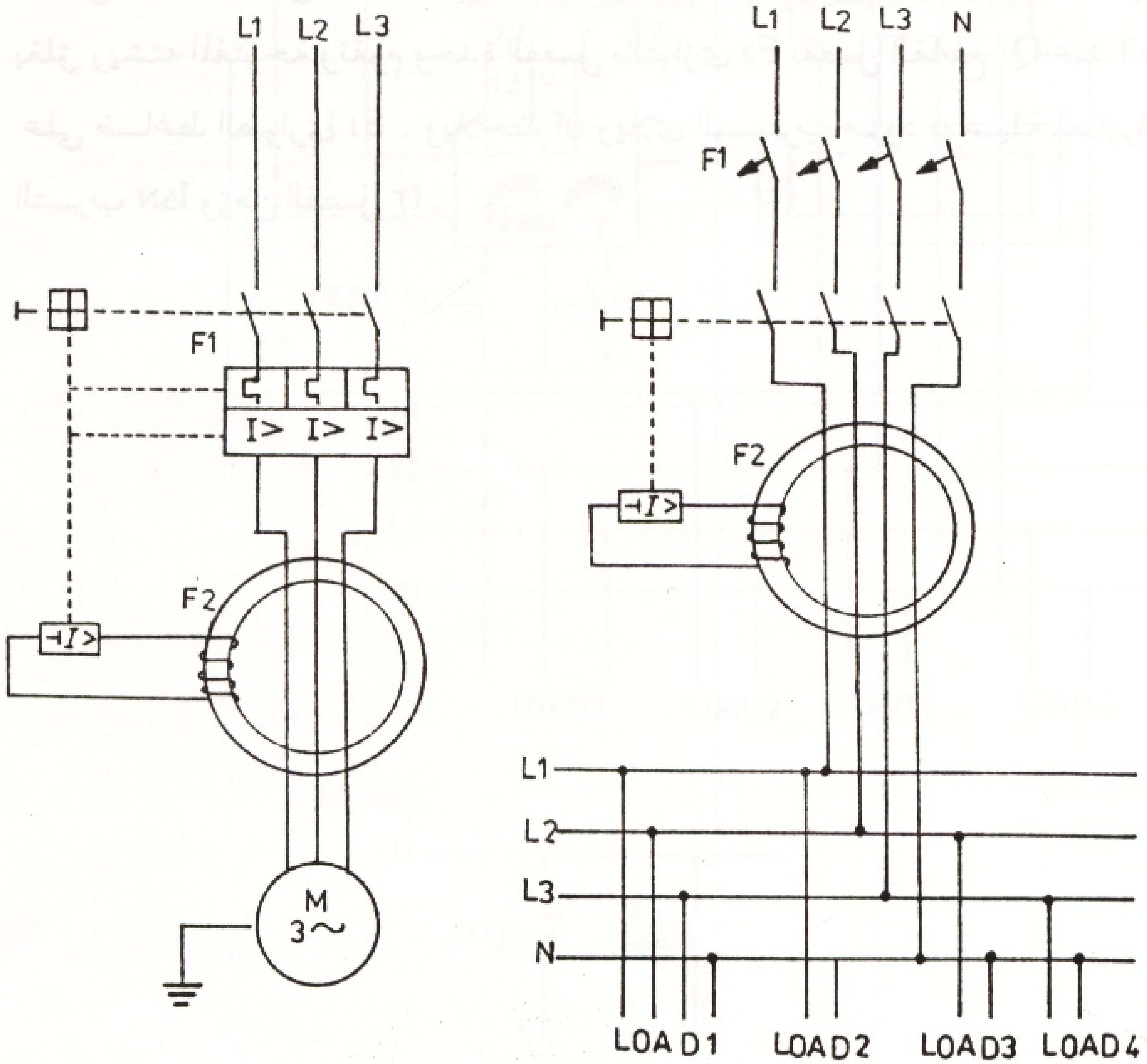
يوجد نوعان من قواطع التسرب الأرضى وهما كما يلى:

١- قواطع تسرب منفردة: وهى تعمل فقط على فصل الدائرة عند حدوث تسرب أرضى بتيار قيمته أكبر من تيار التسرب المقنن لها؛ ولكنها غير قادرة على

حماية الدائرة من زيادة الحمل ولا القصر، كما أنها غير قادرة على حماية نفسها، لذلك فهي تحتاج لقواطع مصغرة أو مقولبة لوقايتها.

٢- قواطع شاملة وهذه القواطع هي قواطع دائرة تعمل على وقاية الدائرة من زيادة الحمل والقصر والتسرب الأرضي.

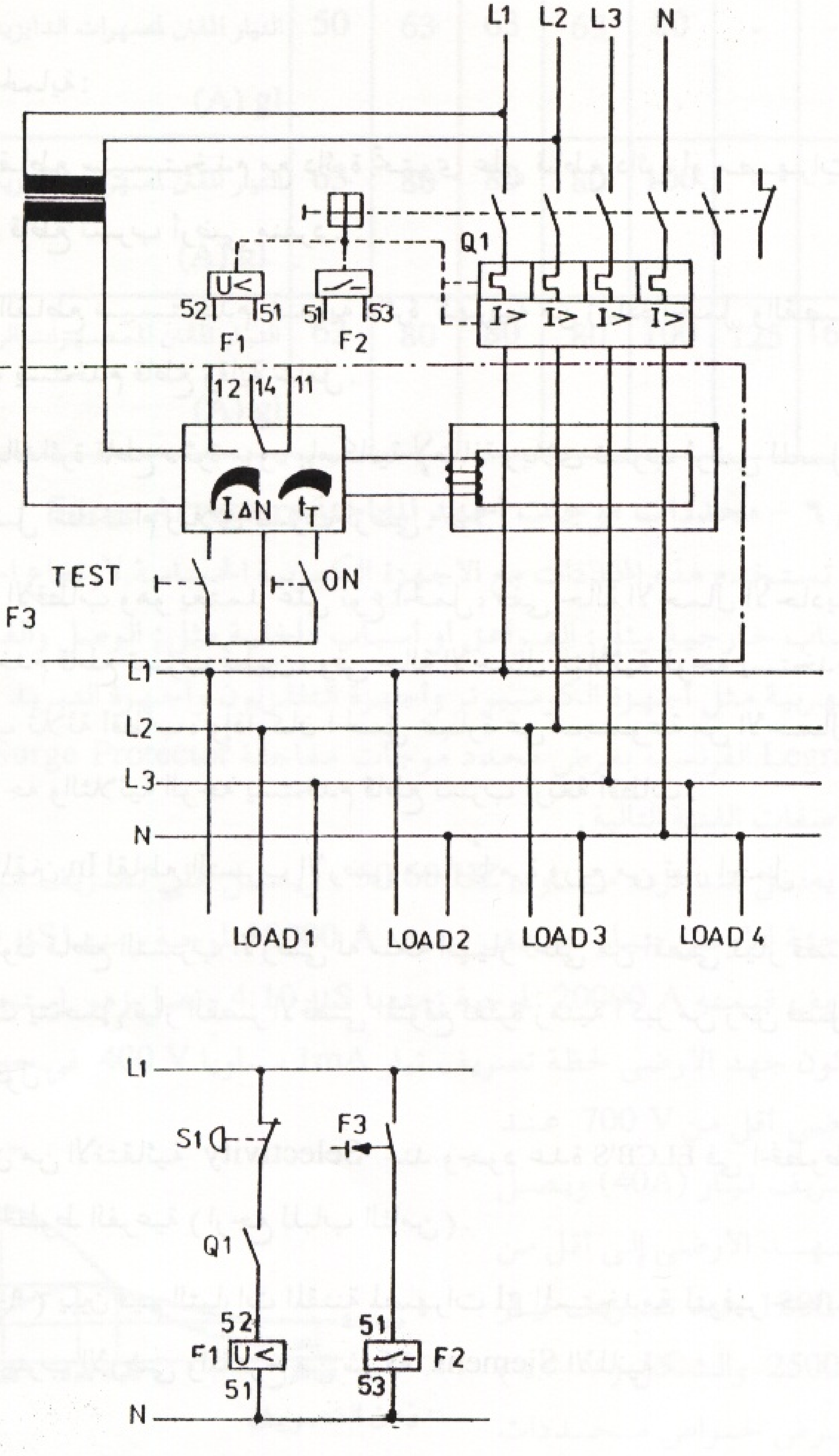
والشكل (٧-٤١) يوضح طريقة استخدام قاطع دائرة وقاطع تسرب أرضي لتغذية أربعة أحمال الشكل (أ) وطريقة استخدام قاطع شامل ثلاثة أقطاب لتوفير الوقاية المطلوبة لمحرك كهربي ثلاثي الوجه من زيادة الحمل والقصر والتسرب (الشكل ب).



الشكل (٧- ٤١)

وتوجد ريلاهات تسرب Earth leakage relays تكون على شكل موديول يثبت مع قواطع الدائرة المقولبة، أو المفتوحة ويرافق هذه الريلاهات محول تيار صفري ZCT.

والشكل (٧-٤٢) يعرض دائرة القدرة والتحكم لتغذية عدة أحمال ثلاثية الأوجه وأحادية الوجه، باستخدام قاطع دائرة أربعة أقطاب للوقاية من القصر وزيادة الحمل، وهذا القاطع مزود بوحدة فصل عند انخفاض الجهد F_1 ووحدة فصل توازى F_2 وريلاى تسرب أرضى F_3. فعند غلق القاطع بالوسيلة اليدوية المعدة لذلك تغلق الريشة المفتوحة للقاطع والموصلة مع وحدة الفصل عند انخفاض الجهد F_1 ؛ وعند حدوث قصر أو زيادة فى الحمل؛ يفصل القاطع ذاتياً فى الوقت المصمم عليه هذا القاطع، وعند حدوث انخفاض فى الجهد يحدث فصل ذاتى للقاطع بواسطة وحدة الفصل عند انخفاض الجهد F_1 وعند حدوث تسرب أرضى يقوم ريلاى التسرب F_3 بغلق ريشته المفتوحة وتقوم وحدة الفصل بالتوازى F_2 بفصل القاطع Q_1 عند الضغط على ضاغط الطوارئ S_1 . ويلاحظ أن ريلاى التسرب مزود بوسيلة لمعايرة تيار التسرب $I_{\Delta N}$ وزمن الفصل t_T.


L1
L2
L3
N
Q1
U<
52
51
F1
51
53
F2
I>
12
14
11
IΔN
tT
TEST
ON
F3
L1
L2
L3
N
LOAD 1
LOAD 2
LOAD 3
LOAD 4
L1
S1
F3
Q1
52
F1
U<
51
51
F2
53
N

الشكل (٧-٤٢)

٧/٥/٣- اختيار قواطع التسرب الأرضى

هناك عدة عناصر تؤخذ فى الاعتبار لاختيار قاطع التسرب الأرضى وهم كما يلى:

١- الغرض من الحماية:

أ- إذا كان القاطع سيستخدم مع دائرة تحتوى على قاطع دائرة أو مصهرات يستخدم قاطع تسرب أرضى منفرد.

ب- إذا كان القاطع سيستخدم لحماية دائرة كهربية من زيادة الحمل والقصر والتسرب يستخدم قاطع وقاية شامل.

جـ- إذا كان بالدائرة قاطع دائرة مزود بإمكانية لإضافة ريلاى تسرب أرضى للعمل معه فيفضل استخدام ريلاى تسرب أرضى.

٢- اختيار عدد الأقطاب وهو يعتمد على نوع الحمل، ففى حالة الأحمال الأحادية الوجه يستخدم قاطع تسرب قطبين، وفى حالة الأحمال الثلاثية الوجه يستخدم قاطع تسرب ثلاثة أقطاب، وإذا كان الحمل عبارة عن مجموعة من الأحمال الأحادية الوجه والثلاثية الوجه يستخدم قاطع تسرب أربعة أقطاب.

٣- يختار التيار المقنن In لقاطع التسرب الأرضى مساوياً مرة وربع من تيار الحمل.

٤- يجب أن يكون قاطع التسرب الأرضى له سعة انهيار أعلى من أقصى تيار قصر متوقع بحيث يتحمل تيار القصر الأقصى المتوقع لفترة زمنية أكبر من زمن فصل القاطع المسئول.

٥- يجب التحقق من الانتقائية Selectivity عند وجود عدة ELCB'S فى الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية (ارجع للباب الثامن).

والجدول (٧-٩) يبين قيم التيارات المقننة لمصهرات gl المستخدمة لتوفير حماية خلفية لقواطع التسرب الأرضى والمقترح من شركة Siemens الألمانية.

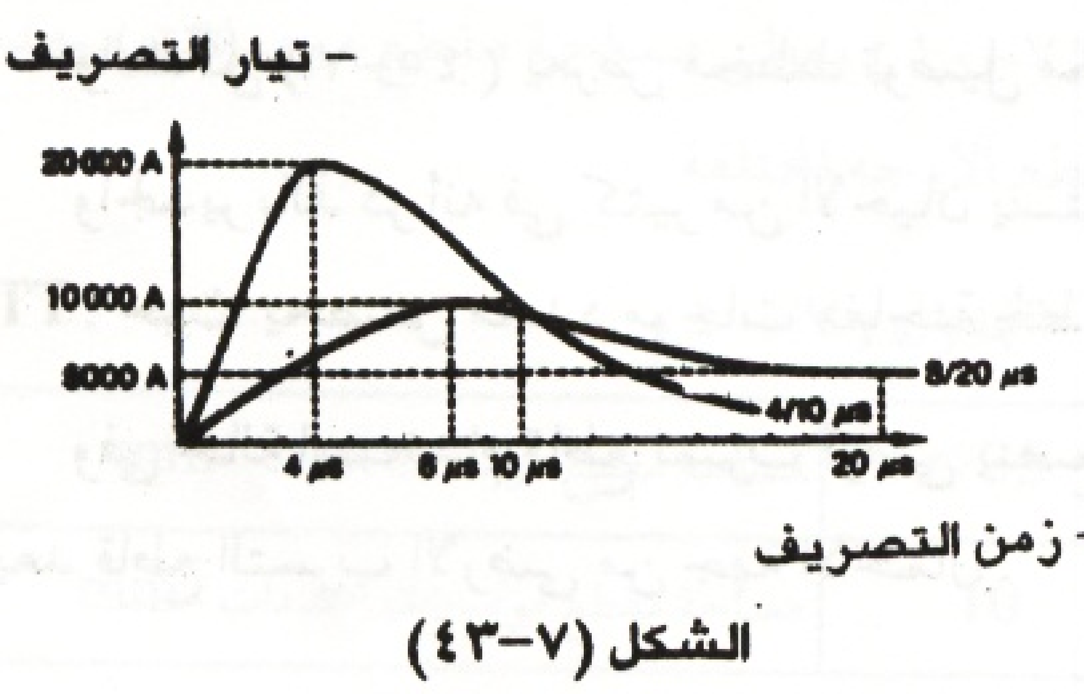
الجدول (٧ - ٩)

التيار المقنن لقاطع التسرب الأرضى In (A)	16	25	40	40	63	125	160
التيار المقنن لمصهرات الدايزيد بخواص gl (A)	50	63	63	63	80	-	-
التيار المقنن لمصهرات النويزيد بخواص gl (A)	63	80	80	80	100	-	-
التيار المقنن للمصهرات الرئيسية بخواص gl (A)	63	80	80	80	100	125	160

٧ / ٦ - محددات موجات الجهد المفاجئة Surge Arrestors

تستخدم هذه المحددات مع الأجهزة الكهربية الحساسة لارتفاع الجهد الناتج عن أسباب خارجية مثل: الصواعق أو أسباب داخلية مثل: الوصل والفصل للأحمال الكهربية مثل أجهزة الكومبيوتر وأجهزة التلفزيون وأجهزة التبريد. وتقوم شركة Legrand الفرنسية بعرض محدد موجات مفاجئة Voltoge Surge Protector له المواصفات الفنية التالية:

يعمل عند تردد مساوى 50:60 HZ ، ويعمل على تصريف موجات الجهد المفاجئة للأرضى بتيار تصريف قيمته 10000 A لموجة زمنها 8:20 µS وبتيار تصريف قيمته 20000 A لموجة زمنها 4:10 µS وتصل زمن استجابتها 25nS، ويكون جهد الأرضى لحظة تصريف تيار 1mA مساويًا 400 V فى حين يكون جهد الأرضى أقل من 700 V عند تصريف تيار (40A) ويصل جهد الأرضى إلى أقل من 1200 V عند تصريف تيار 2500 A والشكل (٧-٤٣) يعرض خواص محددات

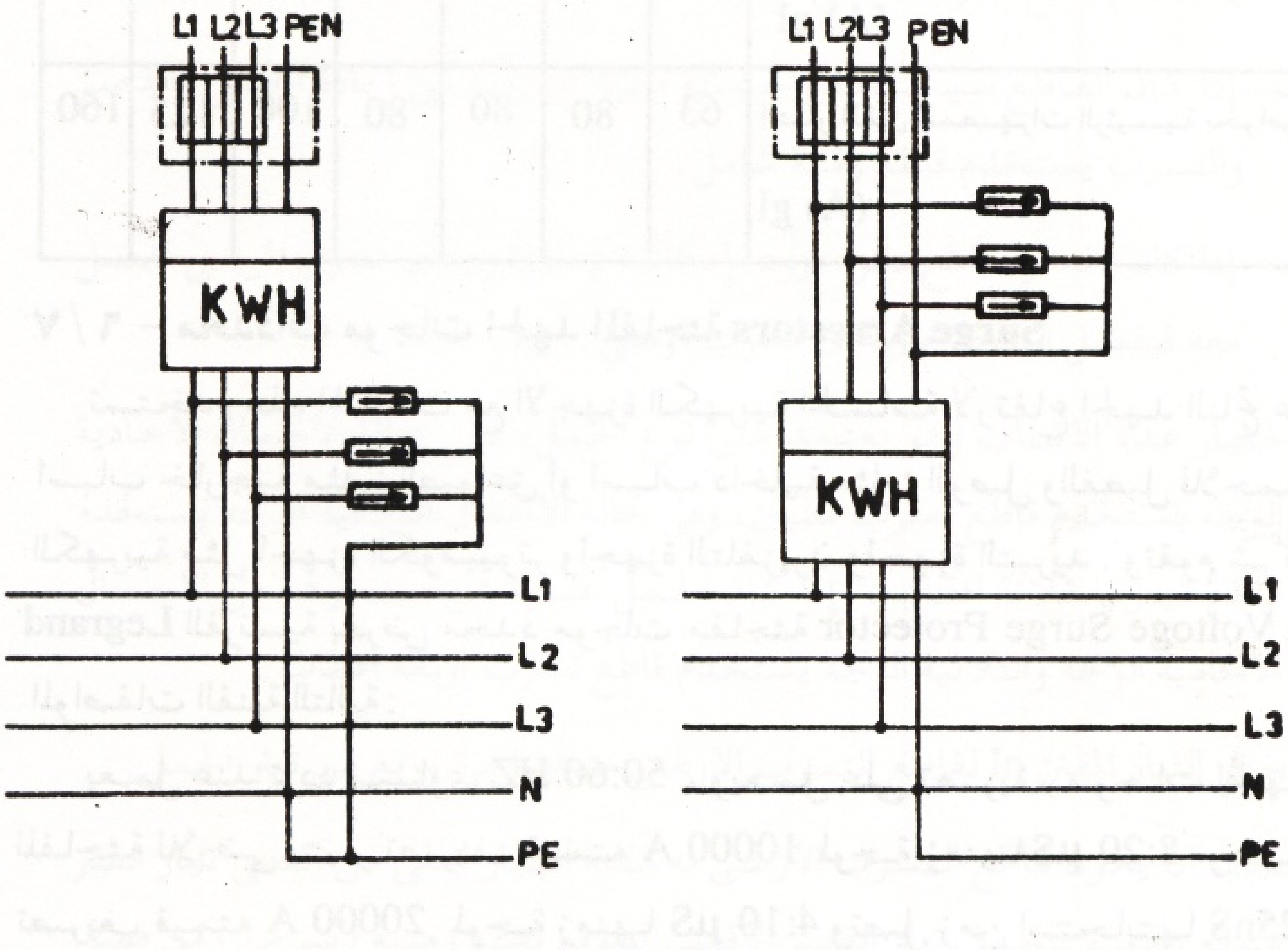


الشكل (٧-٤٣)

موجات الجهد المفاجئة.

والشكل (٧-٤٤) يعرض مخطط توصيل محددات الموجات المفاجئة مع نظام TN (الشكل أ) ومخطط توصيل محددات الموجات المفاجئة مع نظام TT (الشكل ب) حيث يستخدم فى كلتا الحالتين ثلاث محددات موجات مفاجئة.

والجدير بالذكر أن وضع محددات الموجات المفاجئة قبل العداد يلزمه موافقة من شركة الكهرباء.

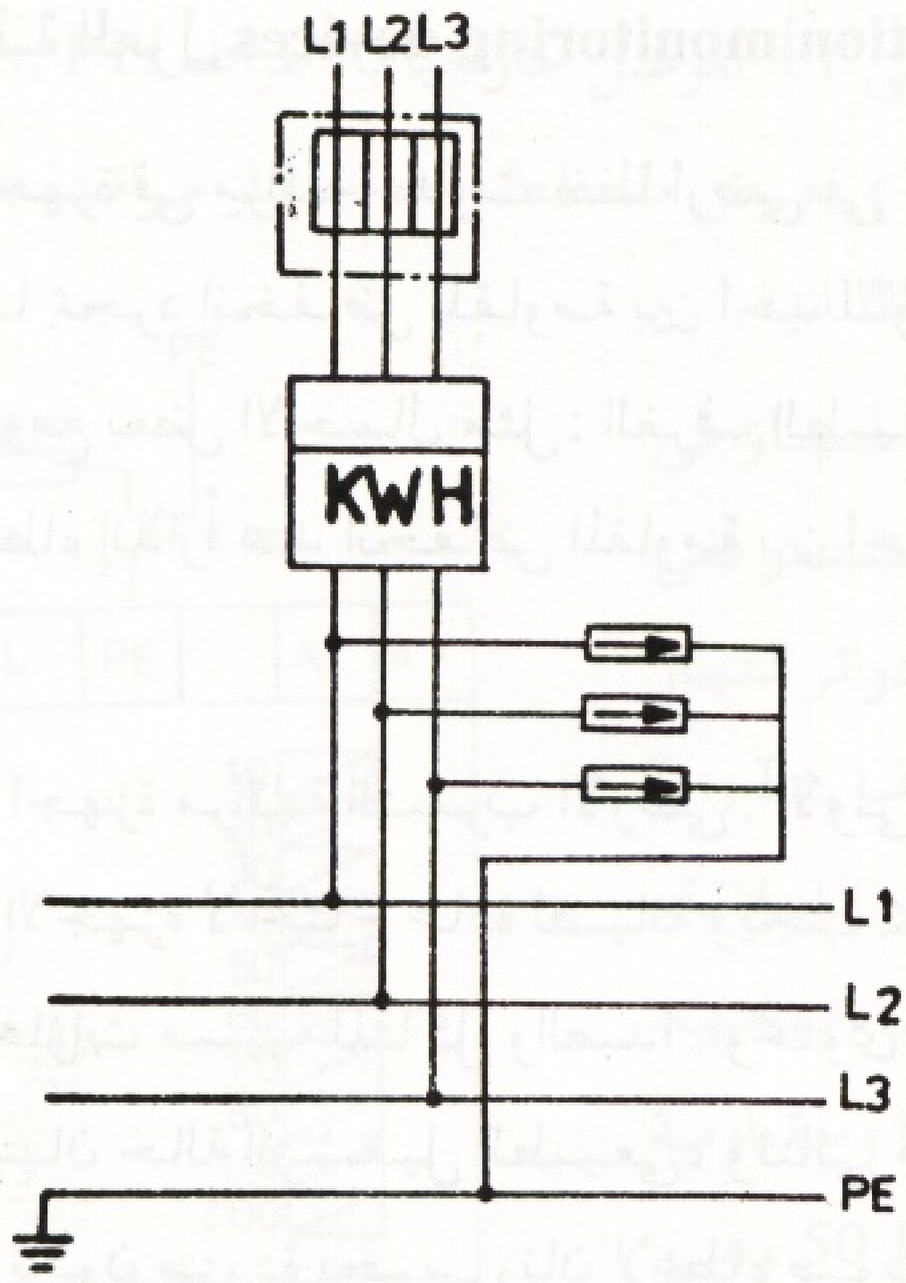


الشكل (٧-٤٤)

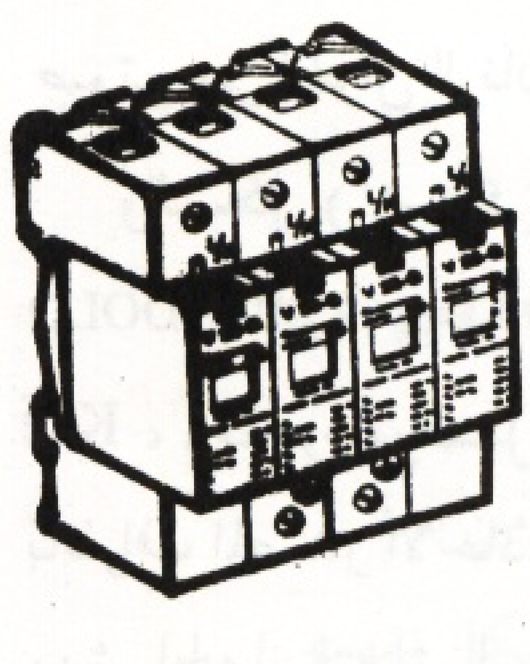
والشكل (٧-٤٥) يعرض مخطط توصيل محدد الموجات المفاجئة مع نظام IT.

والجدير بالذكر أنه فى كثير من الأحيان يستخدم أربعة محددات جهد مع نظام TT. حيث يخصص محدد موجات مفاجئة لخط التعادل N.

وفى حالة استخدام قاطع تسرب أرضى ينصح بوضع محددات الموجات المفاجئة بعد قاطع التسرب الأرضى من جهة الأحمال.



الشكل (٧-٤٥)



الشكل (٧-٤٦)

والشكل (٧ – ٦) يعرض نموذجًا لمحددات موجات مفاجئة أربعة أقطاب من انتاج شركة Better mann الألمانية ويجدر القول بأن محددات الموجات المفاجئة تثبت على قضبان أو ميجا بنفس الطريقة المتبعة لتثبيت قواطع الدائرة المصغرة كما هو مبين بالشكل (٧-١٦).

وعادة تختار مساحة مقطع موصلات محددات الموجات المفاجئة تبعًا لمساحة مقطع الأوجه المختلفة والجدول (٧-١٠) يعطى مساحة مقطع موصلات محددات الموجات المفاجئة تبعًا لمساحة مقطع الأوجه المختلفة

الجدول (٧-١٠)

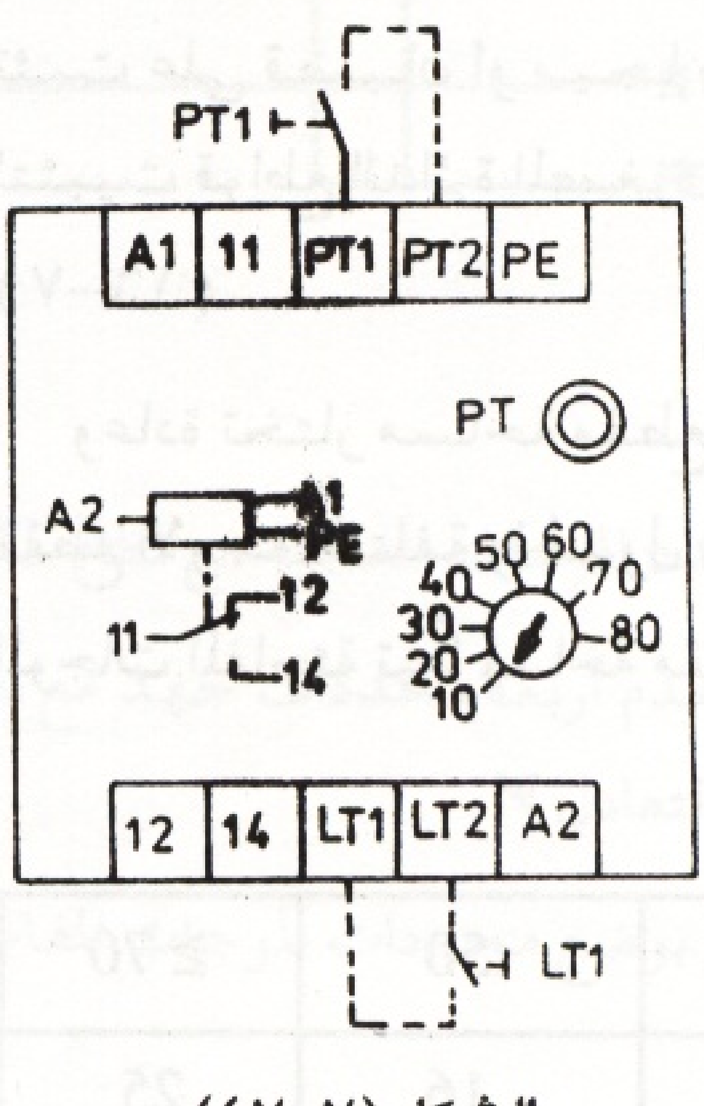
مساحة مقطع موصلات الأوجه mm^2	≤ 35	50	≥ 70
مساحة مقطع موصلات المحددات mm^2	10	16	25

٧ / ٧- أجهزة مراقبة العزل Insulation monitoring devices

تستخدم هذه الأجهزة فى مراقبة حدوث خطأ أرضى فى أنظمة IT ، وهى تعطى إنذاراً صوتيًا وضوئيًا بمجرد انخفاض المقاومة بين أحد الأوجه وأرضى الحمل عن 15kΩ كحد أدنى. ومع بعض الأحمال مثل: الغرف الطبية تضبط أجهزة مراقبة التسرب الأرضى لإعطاء إنذاراً عند انخفاض المقاومة بين أحد الأوجه وأرض الحمل عن 50KΩ .

وهناك نوعان من أجهزة مراقبة التسرب الأرضى: الأولى أحادية الوجه والثانية ثلاثية الوجه. وهذه الأجهزة لا تحتاج عادة لصيانة ويجب تثبيتها فى أماكن جافة حتى لا تتعرض إلى غازات مسببة للتآكل والصدأ. وتحتوى هذه الأجهزة عادة على ثنائى مشع أخضر لبيان حالة التشغيل الطبيعى، وثنائى مشع أصفر لبيان حالة التسرب الأرضى، وتكون مزودة بجرس رنان لإعطاء صوت عند حدوث تسرب أرضى وأيضًا تحتوى على ضاغط إسكات للجهاز Silence عند صدور صوت إنذار صوتى من الجرس الرنان.

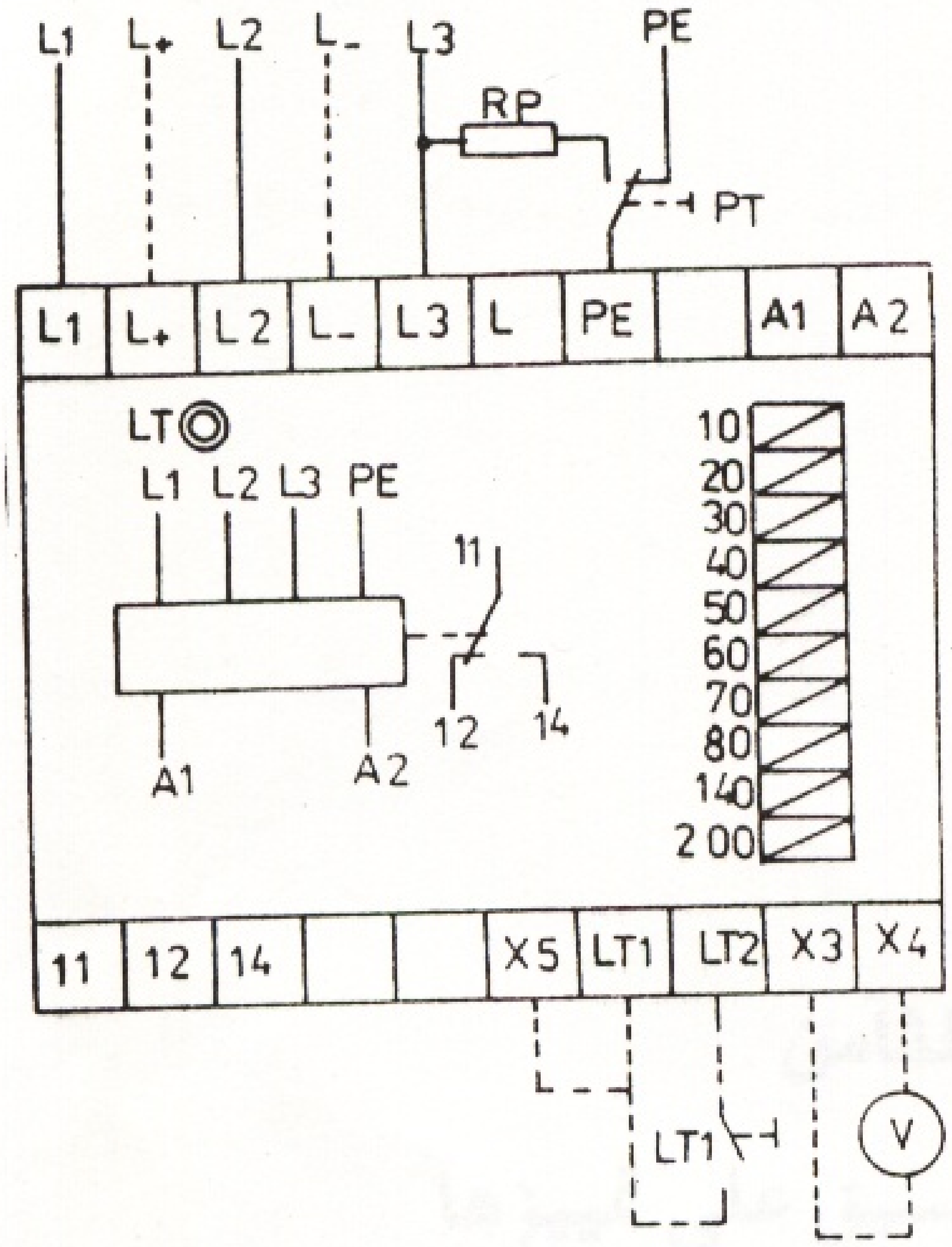
والشكل (٧-٤٧) يعرض مخططًا لوجه جهاز مراقبة عزل وجه واحد من انتاج DOLD الألمانية. وهذا الجهاز مزود بإمكانية لتغيير مقاومة العزل للجهاز من 80 :10 KΩ ، وبمجرد توصيل أطراف الجهاز A1, A2 بأطراف المصدر الأحادى الوجه L,N يتغير وضع ريش الجهاز فتغلق الريشة 14-11 وتفتح الريشة 12-11. وفى حالة حدوث انهيار للعزل نتيجة لوجود قصر أول مع الأرضى فإن ريش الجهاز ستعود لحالتها الطبيعية ويصدر جرس رنان من الجهاز لبيان حالة انهيار العزل، ويمكن تحرير الجهاز بالضاغط LT المتصل خارجيًا بالأطراف LT1, LT2. وكذلك يمكن اختبار الجهاز بواسطة الضاغط PT الموجود على وجه الجهاز أو



الشكل (٧-٤٧)

بواسطة الضاغط الخارجى Pt الموصل خارجيًا بالأطراف PT_1, PT_2.

والشكل (٧ – ٤٨) يعرض مخطط وجه جهاز مراقبة عزل ثلاثى الأوجه من صناعة شركة DOLD الألمانية.



الشكل (٧–٤٨)

ويستخدم هذا الجهاز فى دوائر التيار المتردد أو المستمر ففى حالة استخدامه فى دوائر التيار المتردد توصل الأطراف $L_1, L_2,$ L_3 مع أوجه المصدر الثلاثة، وتوصل الأطراف A_1, A_2 بجهد 220 V تيارًا مترددًا ومقاومة عزل هذا الجهاز 50 kΩ وهى ثابتة من قبل المصنع. ويوجد سلسلة من الثنائيات المشعة على وجه الجهاز تعطى القيمة الفعلية لمقاومة عزل الدائرة، ويزود هذا الجهاز بضاغط تحرير للجهاز LT داخلى، ويمكن توصيل ضاغط LT خارجى لأغراض التحكم من بعد.

وأيضًا يوصل ضاغط اختبار خارجى PT كما هو مبين بالشكل نفسه.

الباب الثامن

الأخطاء وطرق التنسيق على تمييزها

الأخطاء وطرق التنسيق على تمييزها

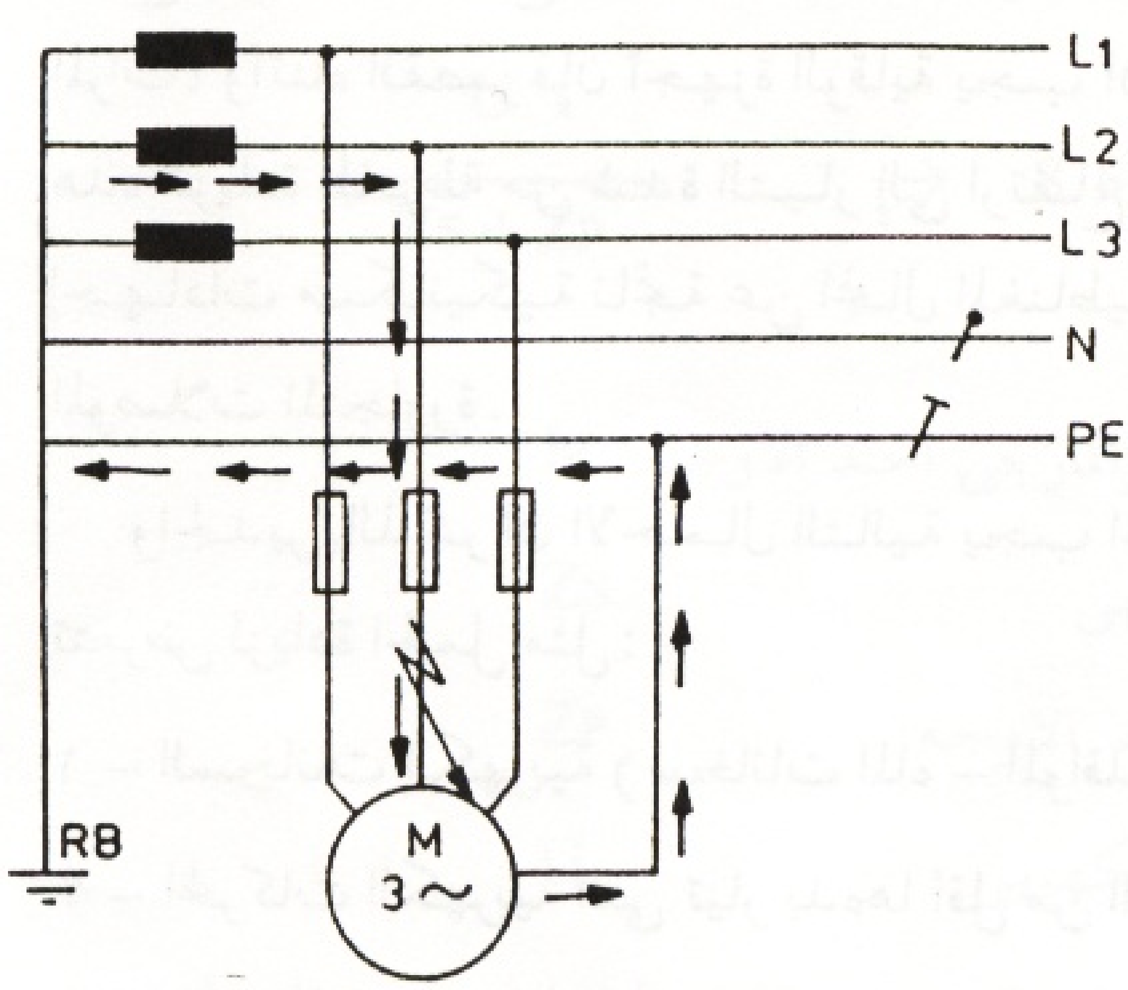
٨ / ١- مقدمة

يستخدم لفظ خطأ fault عند حدوث قصر بين وجه وآخر، أو وجه والتعادل، أو وجه والأرضى. وفى الحقيقة فإن التأريض لا يمنع الخطأ من حدوثه؛ ولكن يقلل من زمن بقائه، وبالتالى يقلل من زمن تشكل الخطورة.

والجدير بالذكر أن الأخطاء يمكن تقسيمها إلى:

١ - قصر مباشر Direct Short يمكن أن يحدث بين وجه وآخر أو وجه وخط التعادل ويؤدى هذا القصر لإمرار تيار كبير.

٢ - خطأ أرضى Ground Fault ويحدث عند ملامسة أحد الأوجه بالأرض مثل: ملامسة أحد الأوجه لهيكل معدنى مؤرض، ويؤدى خطأ الأرضى لإمرار تيار خطأ يساوى 75% من التيار الناتج عن القصر المباشر. وعند حدوث قصر الأرضى فإن موصلات الوقاية تعمل فى تشكيل مسار سهل للتيار، فيزداد بذلك تيار الخطأ، الأمر الذى يؤدى لتشغل أجهزة الوقاية من زيادة التيار. والشكل (٨-١) يبين خطأ أرضيا.



الشكل ٨-١

ويمكن تلخيص الأضرار المترتبة عن الأخطاء بصفة عامة إلى:

١ - إحداث أضرار كهرومغناطيسية وميكانيكية وحرارية.

فعند مرور التيار الكهربى لحظة

القصر فى الأوجه المختلفة يتولد مجال كهرومغناطيسى قوى، وتتشكل أقطاب شمالية، وأخرى جنوبية بين الأوجة المختلفة، ويحدث بين هذه الأقطاب قوى ميكانيكية إما تنافرًا أو تجاذبا، تماماً كما يحدث مع الأقطاب المغناطيسية؛ الأمر الذى يؤدى لتشوه هذه الموصلات :

٢ – تولد حرارة عالية تؤدى إلى انصهار الموصلات والحرائق.

٨ / ٢– الوقاية من زيادة التيار

إن مصطلح زيادة التيار Over Current يحمل فى طياته معنيين وهما :

– زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل Over Load

– زيادة التيار الناتج عن القصر Short

أما زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل يحدث عند التحميل الزائد للمحركات الكهربية، فينتج عن ذلك زيادة التيار مرات قليلة عن تيار الحمل الكامل والخطورة من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل هو انهيار عزل الكابلات؛ نتيجة لارتفاع درجة حرارة الكابلات أو يؤدى إلى تقصير عمر الكابلات.

أما زيادة التيار الناتج عن القصر فينتج من حدوث أحد الأخطاء السالفة الذكر وينتج عن ذلك ارتفاع شدة التيار لعدة مرات تصل أحياناً إلى مئات المرات أو آلاف المرات، وأثناء القصر فإن أجهزة الوقاية يجب أن تفصل بسرعة فائقة قبل أن تؤدى هذه الزيادة المفرطة من شدة التيار إلى ارتفاع درجة حرارة الكابلات، أو إحداث إجهادات ميكانيكية ناتجة عن المجال المغناطيسى الناتج من مرور تيار كبير فى الموصلات المتجاورة.

والجدير بالذكر أن الأحمال التالية يجب استبعادها من جملة الأحمال التى تتعرض لزيادة الحمل مثل :

١ – السخانات الكهربية (سخانات الماء – المواقد الكهربية .. إلخ).

٢ – المحركات الكهربية التى تيار بدءها أقل من التيار المقنن لموصلاتها.

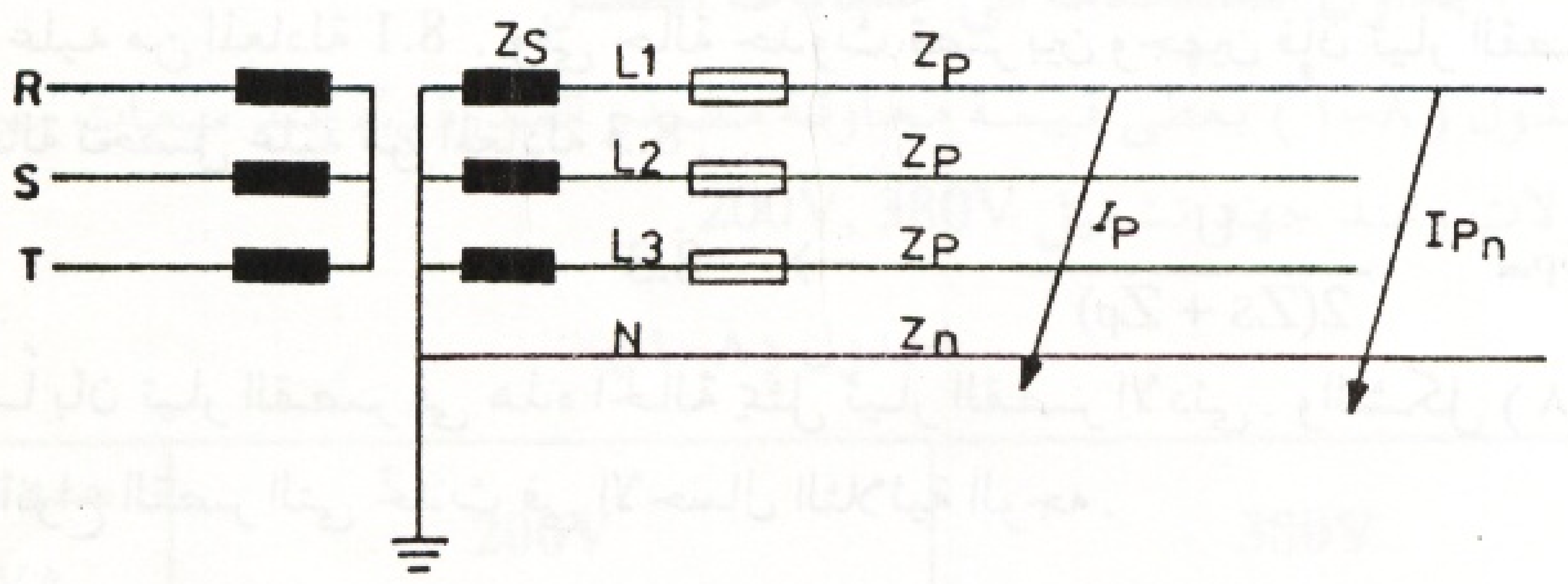
٣ – الأحمال التى يخشى فتح دائرتها مثل :

أ – الملف الثانوى لمحول التيار.

ب – ملف المجال للآلات الدوارة مثل: الآلات التزامنية وآلات التيار **المستمر.**

٨ / ٣- تيار القصر الأقصى والأدنى

يختلف تيار القصر الأقصى والأدنى تبعاً لعدد أسلاك الكابل، **فبالنسبة للنظام** ذى الأربعة موصلات والذى يغذى أحمالاً ثلاثية الأوجة وأخرى **أحادية الوجه .** كما بالشكل (٨-٢) .



الشكل (٨-٢)

فإن تيار القصر الأقصى هو الناتج عن القصر الثلاثى ونحصل عليه **من المعادلة** 8.1 .

$$I_P = \frac{U}{Z_S + Z_P} \rightarrow 8.1$$

حيث إن :

تيار القصر الأقصى والمار فى أحد الأوجه I_P

معاوقة المصدر الكهربى Z_S

معاوقه موصلات أحد الأوجه Z_P

جهد الوجه للمصدر الكهربى U

فى حين أن التيار الأدنى هو الناتج عن قصر بين وجه والتعادل **ونحصل عليه من** المعادلة 8.2 .

$$I_{pn} = \frac{U}{Z_S + Z_P + Z_n} \rightarrow 8.1$$

حيث إن :

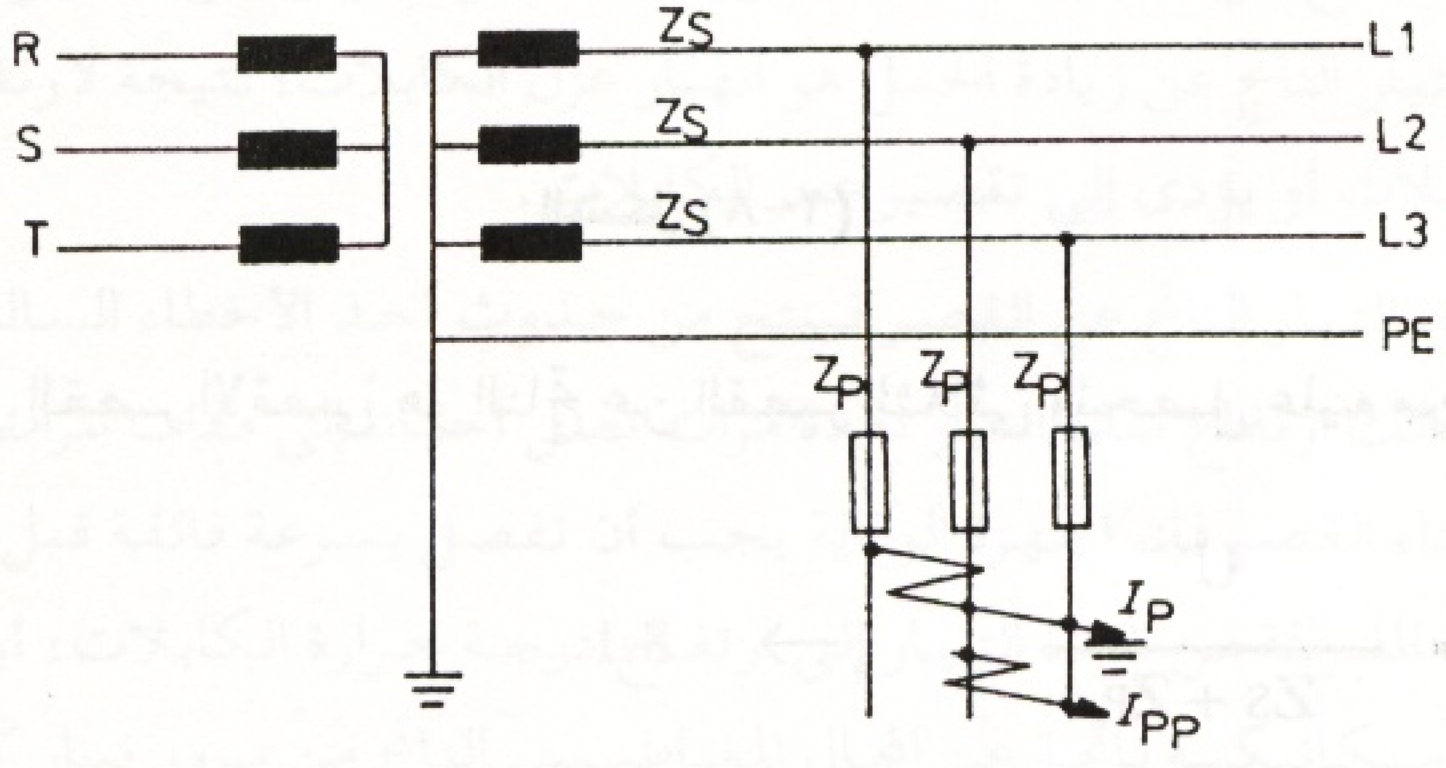
تيار القصر عند حدوث قصر بين وجه والتعادل I_{pn}

معاوقه خط التعادل Z_n

أما فى حالة حدوث قصر ثلاثى عند أحد الاحمال الثلاثية الأوجة فإن تيار القصر نحصل عليه من المعادلة 8.1 . وفى حالة حدوث قصر بين وجهين فإن تيار القصر فى هذه الحالة نحصل عليه من المعادلة 8.3.

$$I_{PP} = \frac{U}{2(Z_S + Z_p)} \rightarrow 8.3$$

علماً بأن تيار القصر فى هذه الحالة يمثل تيار القصر الأدنى . والشكل (٨-٣) يعرض أنواع القصر التى تحدث فى الأحمال الثلاثية الوجه .



الشكل (٨-٣)

وتعتمد درجة حرارة الموصلات أثناء القصر على درجة الحرارة المبدئية للموصلات قبل القصر، وأيضاً على زمن فصل الدائرة . ولكن نظراً لأن درجة الحرارة المبدئية قبل القصر عادة تكون مجهولة؛ لذلك يمكن اعتبار أن درجة حرارة موصلات PVC قبل القصر $70C^0$ ، ودرجة موصلات XLPE قبل القصر $90C^0$ ، وحيث إن درجة الحرارة القصوى التى تتحملها موصلات PVC عند القصر $160C^0$ ، لذا فإن درجة الحرارة المتوسطة لموصلات PVC هى $115C^0$. أما بخصوص درجة الحرارة القصوى التى تتحملها موصلات XLPE هى $250C^0$ لذلك فإن درجة الحرارة المتوسطة لموصلات XLPE هى $170C^0$. وعادة يحسب تيار القصر الأقصى عند درجة حرارة $20C^0$ ، فى

حين يحسب تيار القصر الأدنى عند درجة حرارة $115C^0$ لموصلات PVC ودرجة حرارة $170C^0$ لموصلات XLPE.

وعادة يختار القاطع له سعة قطع قصوى أكبر من تيار القصر الأقصى وله زمن فصل عند تيار القصر الأدنى أقل من أقصى زمن تتحمله الموصلات عند القصر. والجدير بالذكر أن تيار القصر الأدنى قد يؤدى لتلف عزل الموصلات إذا لم يتحقق الشرط السابق.

٨ / ٤ – الجداول المستخدمة فى حسابات القصر

الجدول (٨–١) يعطى قيمة معاوقة مصدر القدرة Z_S عند سعات مختلفة للمحولات وعند جهد تشغيل 200V, 380V.

الجدول (٨–١)

سعه المحول KVA	200V	380V
50	11.59 + j 14.53	41.84 + j 52.46
75	7.31 + j 11.75	26.39 + j42.44
100	5.38 + j 9.21	19.43 + j33.24
150	3.33+ j 6.62	12.04 + j23.91
200	2.46 + j5.05	8.89 + j18.24
300	1.56 + j3.90	5.62 + j14.11
500	0.82 + j2.67	2.98 + j9.66
750	0.53 + j2.10	7.05 + j22.45
1000	0.38 + j1.74	1.382 + j6.31
1500	0.24 + j1.31	0.87 + j4.73
2000	0.18 + j1.00	0.68 + j3.61

والجدول (٨–٢) يعطى قيم مقاومات R ، وممانعات X ، ومعاوقات Z، موصلات النحاس بعزل PVC لكل 1000mطول عند درجة حرارة $20C^o$ و $115C^o$.

الجدول (٨-٢)

مساحة المقطع	والمعاوقه Z لكل 1000m			والمقاومة R والممانعة X		
	Temperature 20°C			Temperature 115°C		
Sq.mm.	R	X	Z	R	X	Z
1.0	18.10	-	18.10	24.978	-	24.978
1.5	12.10	-	12.10	16.698	-	16.698
2.5	7.410	-	7.410	10.226	-	10.226
4.0	4.610	-	4.610	6.362	-	6.362
6.0	3.080	-	3.080	4.250	-	4.250
10	1.830	-	1.830	2.525	-	2.525
16	1.150	-	1.150	1.587	-	1.587
25	0.727	-	0.727	1.003	-	1.003
35	0.524	-	0.524	0.723	-	0.723
50	0.387	0.081	0.395	0.534	0.081	0.540
70	0.268	0.079	0.279	0.370	0.079	0.378
95	0.193	0.077	0.208	0.266	0.077	0.277
120	0.153	0.076	0.171	0.211	0.076	0.224
150	0.124	0.076	0.145	0.171	0.076	0.187
185	0.099	0.076	0.125	0.137	0.076	0.157
240	0.075	0.075	0.106	0.104	0.075	0.128
300	0.060	0.075	0.096	0.083	0.075	0.112

والجدول (٨-٣) يعطى قيم مقاومات R ، وممانعات X، ومعاوقات Z ، موصلات الالومنيوم بعزل PVC عند درجة حرارة 20C° و 115C° لكل 1000m طول.

الجدول (٨-٣)

مساحة المقطع	والمعاوقه Z لكل 1000m			والمقاومة R والممانعة X		
	Temperature 20°C			Temperature 115°C		
Sq.mm.	R	X	Z	R	X	Z
16	1.910	-	1.910	2.636	-	2.636
25	1.200	-	1.200	1.656	-	1.656
35	0.868	-	0.868	1.198	-	1.198
50	0.641	0.082	0.646	0.885	0.082	0.889
70	0.443	0.079	0.450	0.611	0.079	0.616
95	0.320	0.078	0.329	0.442	0.078	0.449
120	0.253	0.077	0.264	0.349	0.077	0.357
150	0.206	0.077	0.220	0.284	0.077	0.294
185	0.164	0.077	0.181	0.226	0.077	0.239
240	0.125	0.076	0.146	0.173	0.076	0.189
300	0.100	0.076	0.126	0.138	0.076	0.158

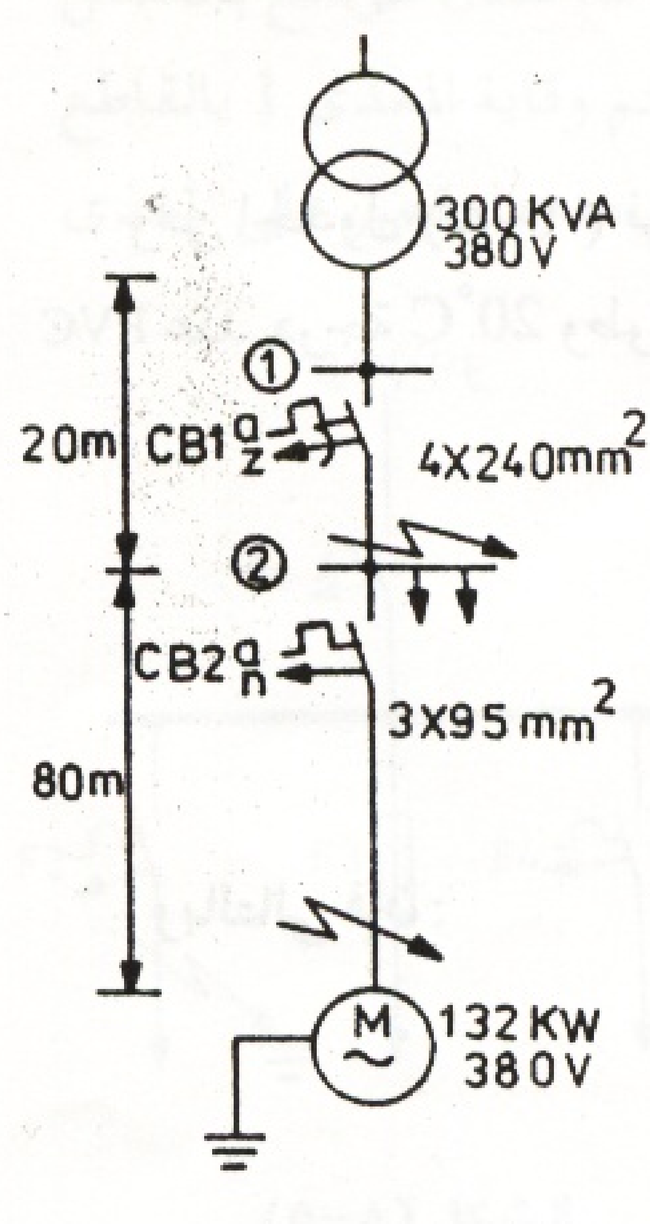
والجدول (٨-٤) يعطى قيم مقاومات R ، وممانعات X، ومعاوقات Z ، موصلات النحاس والالومنيوم بعزل XLPE عند درجة حرارة 20C° و 170C° .

الجدول (٨-٤)

Sq.mm. مساحة المقطع	المقاومة R والممانعة X والمعاوقه Z لكل 1000m					
	Temperature 20°C			Temperature170°C		
	R	X	Z	R	X	Z
	موصلات نحاس					
50	0.387	0.076	0.394	0.619	0.076	0.624
70	0.268	0.075	0.278	0.429	0.075	0.435
95	0.193	0.073	0.206	0.309	0.073	0.317
120	0.153	0.072	0.169	0.245	0.072	0.255
150	0.124	0.073	0.144	0.198	0.073	0.211
185	0.099	0.073	0.123	0.158	0.073	0.174
240	0.075	0.072	0.104	0.120	0.072	0.140
300	0.060	0.072	0.094	0.096	0.072	0.120
	موصلات ألومنيوم					
50	0.641	0.077	0.646	1.026	0.077	1.028
70	0.443	0.075	0.449	0.709	0.075	0.713
95	0.320	0.073	0.328	0.512	0.073	0.517
120	0.253	0.073	0.263	0.405	0.073	0.411
150	0.206	0.074	0.219	0.330	0.074	0.338
180	0.164	0.074	0.180	0.262	0.074	0.273
240	0.125	0.073	0.145	0.200	0.073	0.213
300	0.100	0.072	0.123	0.160	0.072	0.175

مثال :

المطلوب تعيين سعة القطع لكلٍ من القاطع CB_2, CB_1 للنظام المبين بالشكل (٨-٤). علماً بأن الموصلات المستخدمة من النحاس.



الشكل (٨-٤)

الإجابة :

من الجدول (٨-١). فإن معاوقة المصدر الذى سعته 300KVA ، وجهد تشغيله 380V بالملى أوم هو :

$$Zs = 5.65 + J14.11\ (m.\Omega)$$

$$Zs = 0.00565 + J\ 0.0141\ (\Omega)$$

ومن الجدول (٨–٢) فإن معاوقه الموصلات التى مساحة مقطعها $240mm^2$ بعزل PVC عند درجة 20C° وطولها 20m هو :

$$Z_{P1} = \frac{20}{1000}(0.075 + j0.075)\ (\Omega)$$

$$Z_{P1} = 0.0015 + j0.0015\ \ (\Omega)$$

وبالتالى فإن :

$$Z_S + Z_{P1} = (0.00565 + 0.0015) + j\,(0.0141 + 0.0015)$$

$$Z_S + Z_{P1} = 0.00715 + j0.0155\ (\Omega)$$

وبالتالى فإن سعة القطع لقاطع الحماية CB1 يجب أن تكون أكبر من

$$I_P = \frac{U}{Z_S + Z_{P1}}$$

$$= \frac{220}{\sqrt{(0.00715)^2 + (0.0155)^2}} = \underline{12903\ A}$$

ومن الجدول (٨–٢) فإن معاوقه الموصلات التى مساحة مقطعها $95mm^2$ بعزل PVC عند درجة 20°C وطولها 80m هو :

$$Z_{P2} = \frac{80}{1000}\quad (0.320 + j\,0.073)$$

$$Z_{P2} = 0.0256 + j0.00584\qquad \Omega$$

وبالتالى فإن :

$$Z_S + Z_{P1} + Z_{P2} = (0.00565 + 0.0015 + 0.0256) + j(0.0141 + 0.0015 + 0.00584)$$

$$Z_S+Z_{P1}+Z_{P2}= 0.0327 + J0.0214\ (\Omega)$$

وبالتالى فإن :

سعة القطع لقاطع الحماية CB2 يجب أن تكون أكبر من

$$I_P = \frac{U}{Z_S + Z_{P1} + Z_{P2}}$$

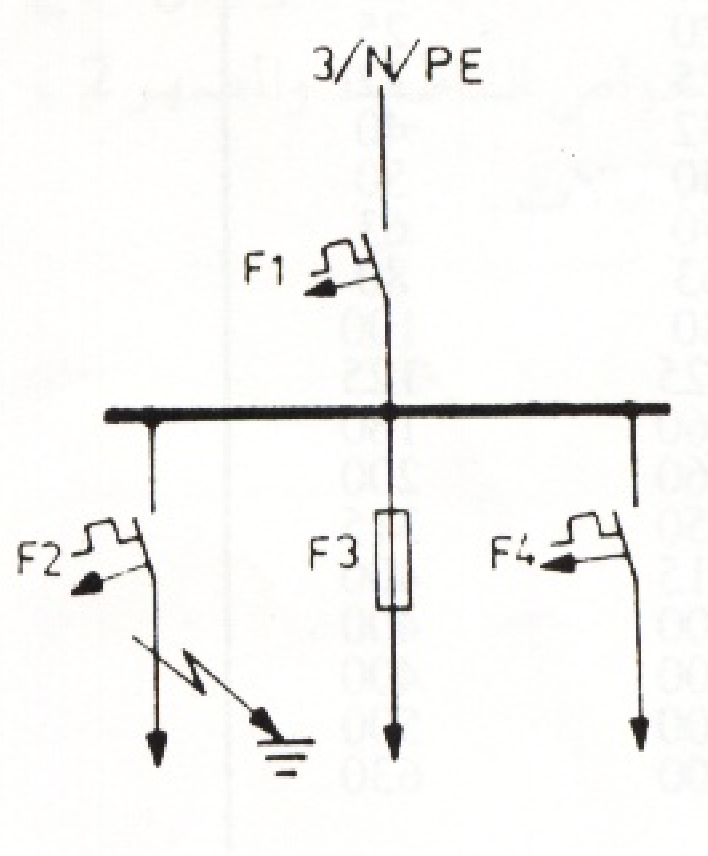
$$= \frac{220}{\sqrt{(0.0327)^2 + (0.0214)^2}} = 5627A$$

٨ / ٥- التنسيق على تمييز الأخطاء

Discrimination of over current Protection

كل منشأة يجب تجزئتها إلى مجموعة من الدوائر من أجل تجنب المخاطر عند حدوث الأخطاء، فبالنسبة للدوائر المرتبطة معاً فيجب التأكد من التنسيق بين أجهزة الحماية لهذه الدوائر للوصول إلى تمييز الأخطاء عند حدوثها.

ولتوضيح الهدف من التنسيق على تمييز الأخطاء سنأخذ المثال الموضح بالشكل (٨-٥) . حيث يتم وقاية الخط الرئيسى بواسطة F1 ، ويتم وقاية المغذى 1 بالقاطع F2 ، والمغذى 2 بالمصهر F3 ، والمغذى 3 بالقاطع F4 ، وعند حدوث قصر على المغذى 1 مثلاً يجب أن يفصل هذا المغذى بواسطة F2 من أجل استمرارية الخدمة لباقى المغذيات، ويعمل القاطع F1 على توفير الوقاية الخلفية بحيث إنه إذا لم يفصل F2 فى هذه الحالة لوجود مشكلة فنية ما يفصل القاطع F1 وهذا بالفعل لا يحدث إلا نادراً وبذلك نكون قد حققنا مبدأ التنسيق على تمييز الأخطاء. وعادة تقوم الشركات المصنعة لأجهزة الوقاية بتوفير مجموعة من الجداول لإمكانية اختيار القواطع والمصهرات التى يوجد بينها تمييز زمنى



الشكل (٨-٥)

ضد تيار القصر. وفيما يلى أهم جداول التمييز التى توفرها الشركات المصنعة.

١ – تمييز بين المصهرات كوقاية رئيسية Up Stream وقواطع الدائرة المصغرة كوقاية فرعية Down Stream.

٢ – تمييز بين المصهرات كوقاية رئيسية وفرعية.

٣ – تمييز بين القواطع كوقاية رئيسية وفرعية.

٤ – تمييز بين القواطع كوقاية رئيسية والمصهرات كوقاية فرعية.

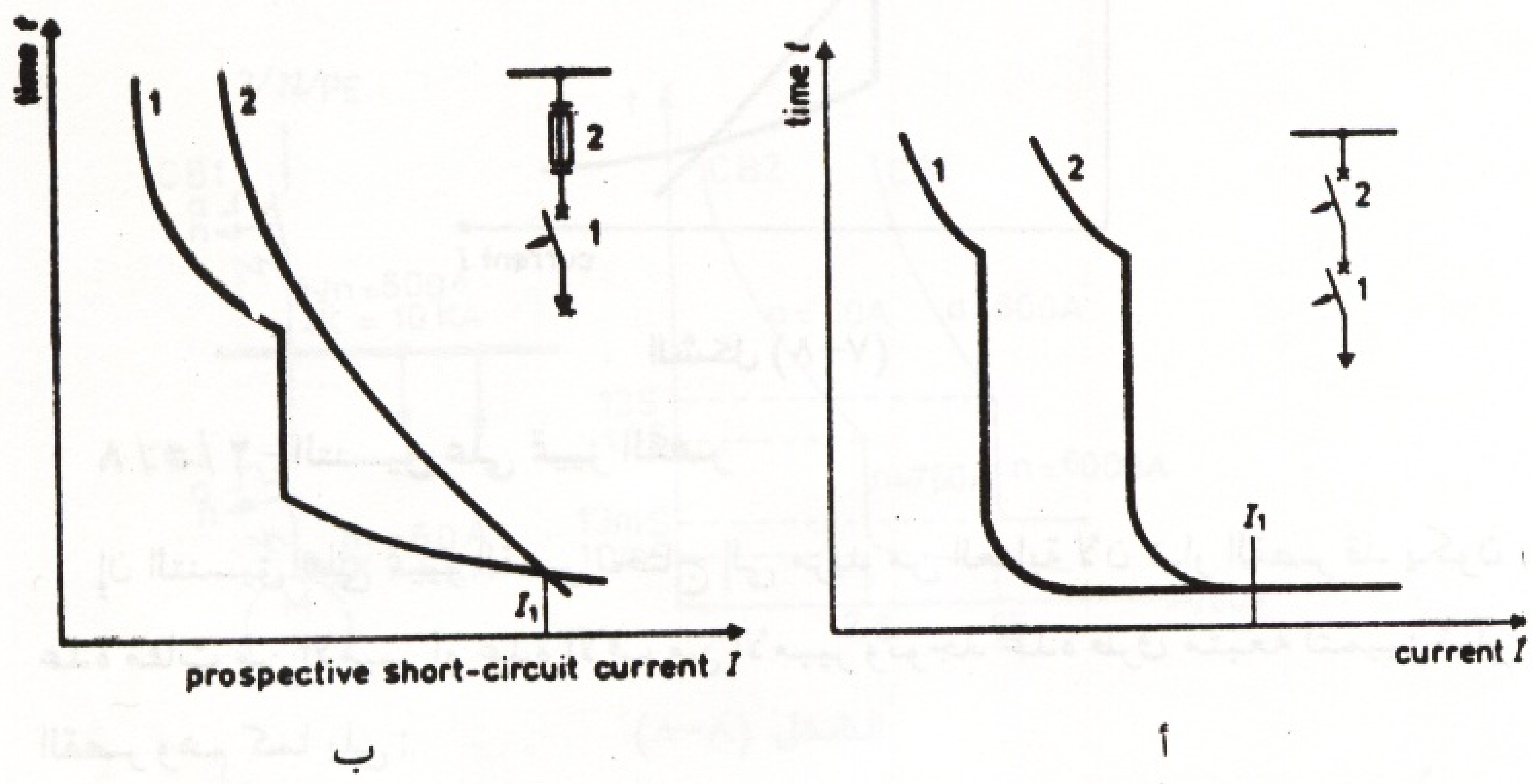
والجدول (٨–٥) هو جدول التمييز بين مصهرين خرطوشيين من إنتاج شركة Leqrand الفرنسية، بحيث إن المصهر الرئيسى له خواص gL والمصهرات الفرعية لها خواص gL أو aM.

الجدول (٨–٥)

المصهر الرئيسي	المصهرات الفرعية			
gL	aM		gl	
	500V	220V	500V	220V
4	1	1	1	1
6	2	2	2	2
8	2	2	2	2
10	2	2	4	4
12	2	4	6	6
16	4	6	10	10
20	6	8	12	12
25	8	10	16	16
32	10	12	20	20
36	12	12	20	25
40	12	16	20	25
50	16	20	25	32
63	20	25	32	40
80	25	32	40	50
100	36	40	50	63
125	40	50	63	80
160	63	80	80	100
200	80	100	125	125
250	125	125	160	160
315	125	160	160	200
400	160	200	250	315
500	200	250	315	400
630	250	315	400	400
800	315	400	400	400
1000	400	500	400	500
1250	500	630	500	630

٨ / ٥ / ١- التنسيق على تمييز زيادة الأحمال

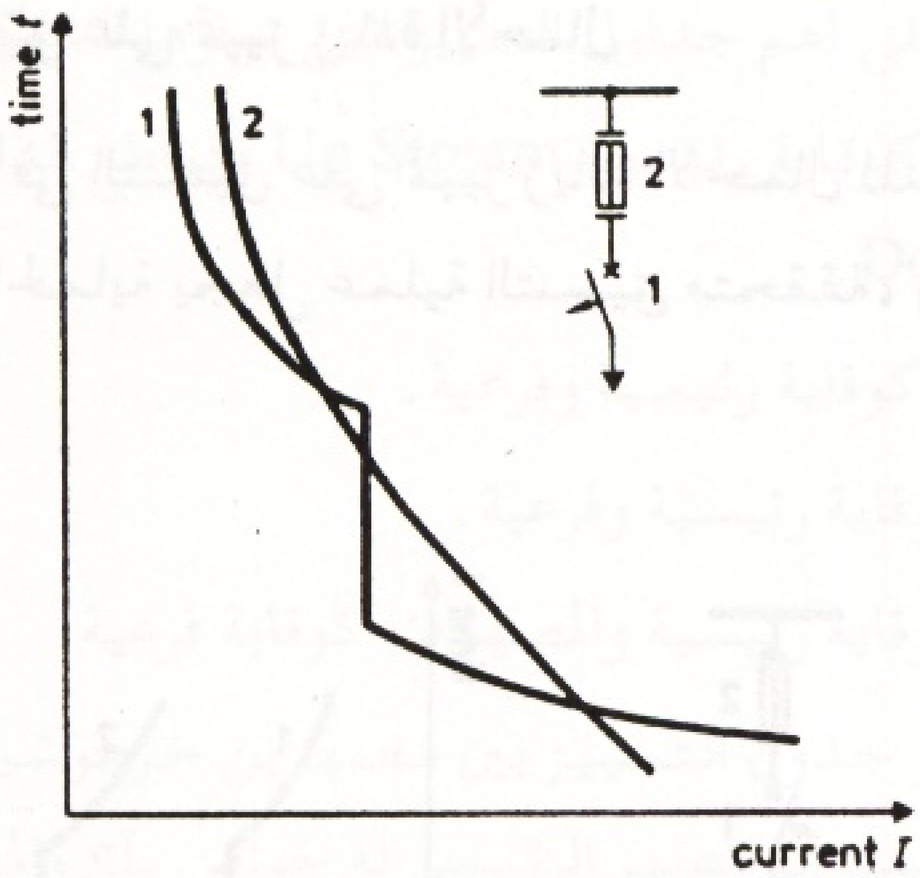
لا يوجد مشكلة فى التنسيق على تمييز زيادة الأحمال للدوائر المختلفة. فاختلاف التيار المقنن لأجهزة الحماية يجعل عملية التنسيق متحققة، وهذا يتضح من الشكل (٨-٦).



الشكل (٨-٦)

ويلاحظ أن التيار I_1 هو أقصى حد تيارى للتمييز بعده لا يتحقق التمييز.

والشكل (٨-٧) يوضح عدم تحقق التمييز عند زيادة الأحمال عند توصيل قاطع ومصهر على التوالى، حيث يلاحظ وجود تداخل بين خواص القاطع 1 والمصهر 2 ، الأمر الذى يؤدى إلى فصل القاطع قبل المصهر فى بعض الحالات.



الشكل (٨-٧)

٨/٥/٢- التنسيق على تمييز القصر

إن التنسيق على تمييز القصر يحتاج إلى مزيد من العناية لأن تيار القصر قد يكون عدة مئات من الأمبير أو عدة آلاف من الأمبير وتوجد عدة طرق متبعة لتمييز تيار القصر وهم كما يلى:

١- التمييز التيارى Current Discrimination.

٢- التمييز الزمنى Time Discrimination.

٣- الربط بين القواطع Zone Selective Inter Lock.

أولاً: التمييز التيارى

الشكل (٨-٨) يبين دائرة شعاعية تحتوى على قاطعين، القاطع CB1 لحماية المغذى الرئيسى والذى تياره الطبيعى 600A وتيار قصره 10KA، والقاطع CB2 لحماية مغذى فرعى تياره الطبيعى 60A وتياره عند القصر 6KA ولذلك يمكن إستخدام قاطعين كليهما له خواص an ، ويختار القاطع CB1 له تيار مقنن 630A ويضبط هذا القاطع بالطريقة التالية:

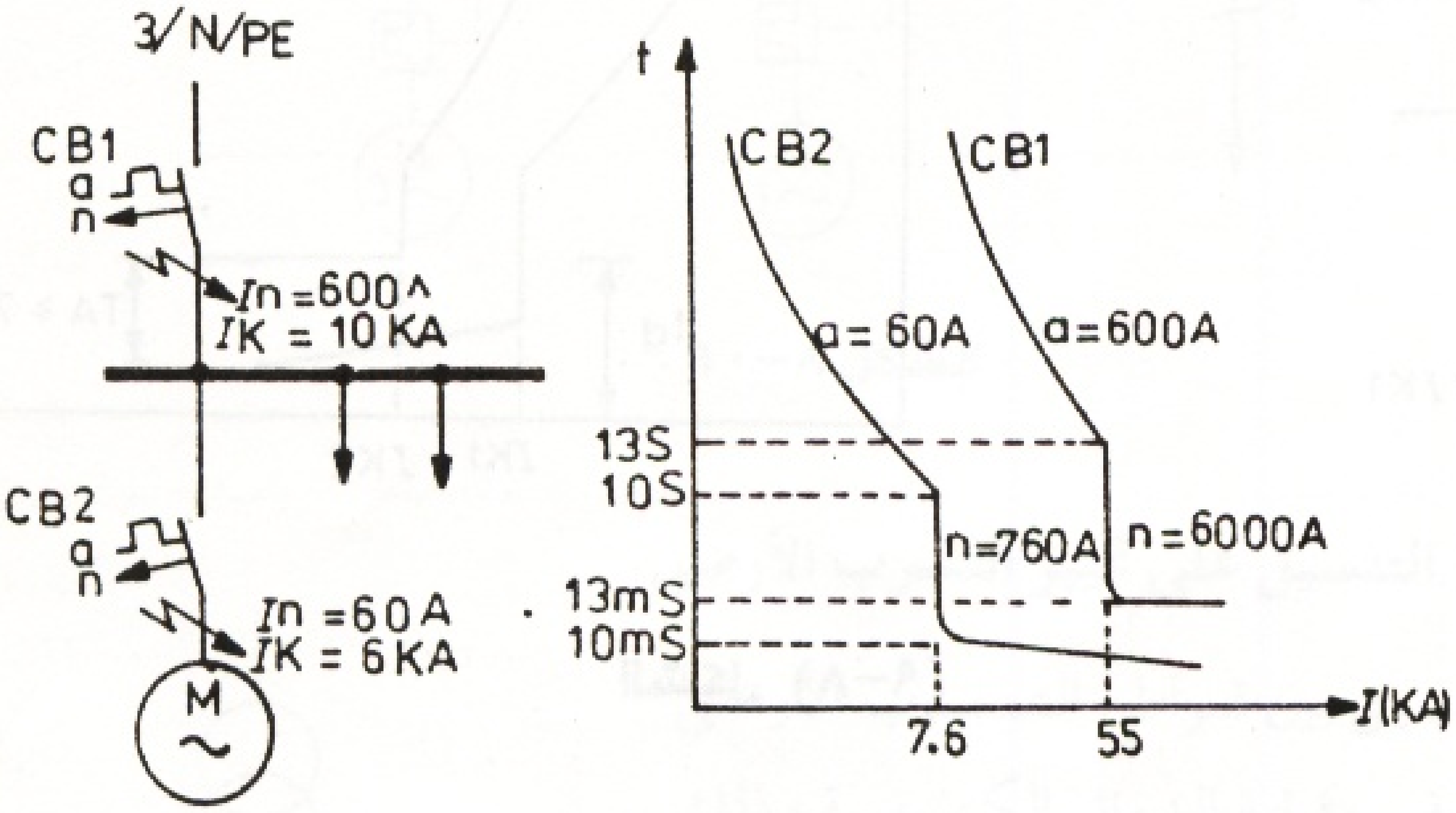
Ir = 600 A   Im = 6000 A

وتكون أقصى سعة قطع للقاطع CB1 أكبر من 10KA . فى حين أن القاطع CB2

يختار له تيار مقنن 63A ويضبط هذا القاطع بالطريقة التالية.

Ir = 60A　　　　　Im = 760A

وتكون أقصى سعة للقاطع CB1 أكبر من 6KA.



الشكل (٨-٨)

ثانياً: التمييز الزمنى

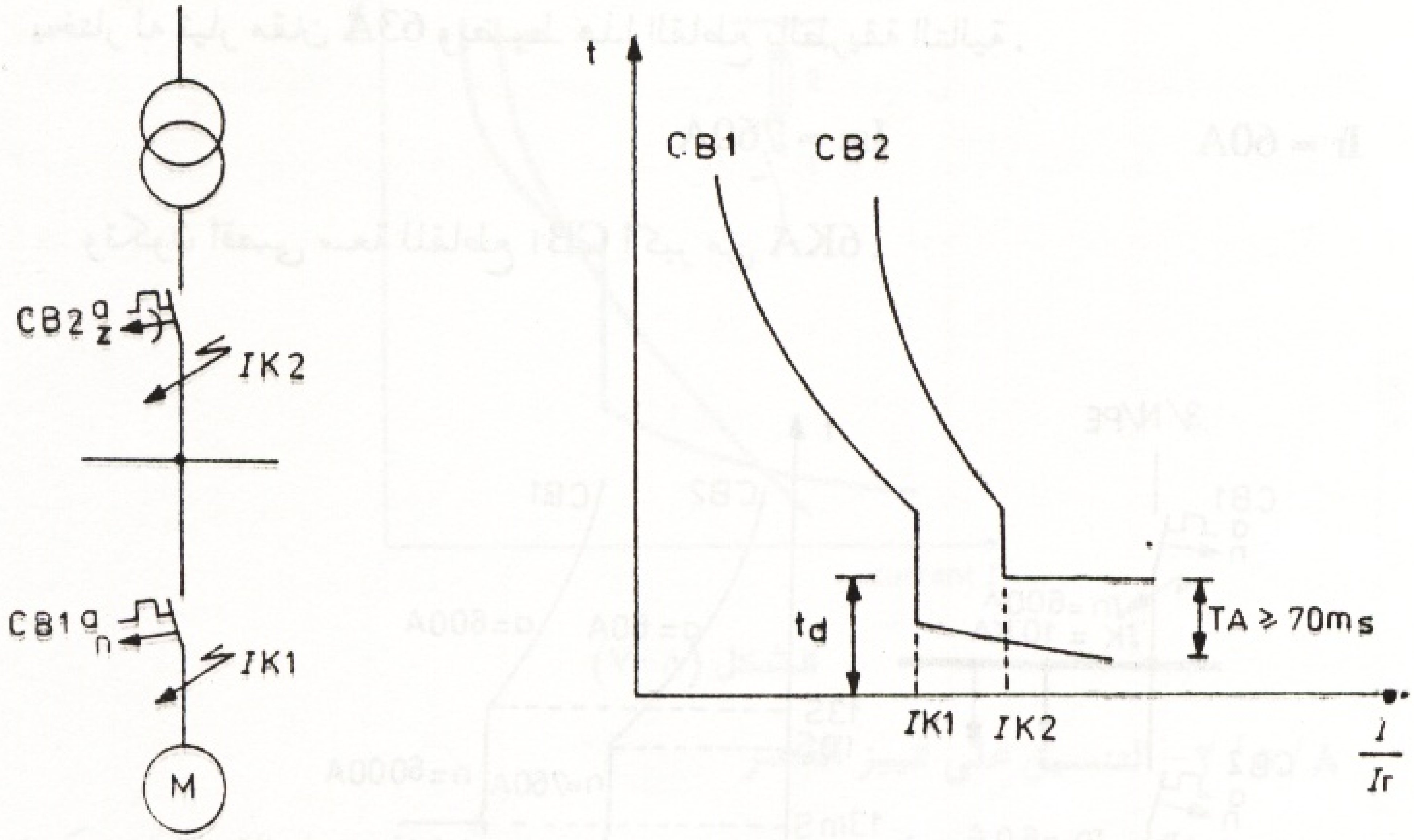
الشكل (٨-٩) يعرض دائرة تحتوى على قاطعين بينها تمييز زمنى.

حيث إن:

تأخير زمنى عكسى عند زيادة الحمل	a
تأخير زمنى عند القصر	Z
فصل لحظى عند القصر	n

ويمكن عمل تمييز زمنى بين القاطعين CB1,CB2 باختيار القاطع CB1 يفصل لحظياً وله خواص زمنية عكسية a وخواص فصل لحظية عند القصر n.

أما القاطع CB2 يكون له خواص زمنية عكسية a وخواص فصل بتأخير عند القصر Z. ويضبط القاطع CB2 على زمن تأخير td مساوياً 150mS، فيكون هامش الزمن $T_A \geq 70mS$. وبهذه الطريقة يمكن الحصول على التمييز الزمنى المطلوب.



الشكل (٨-٩)

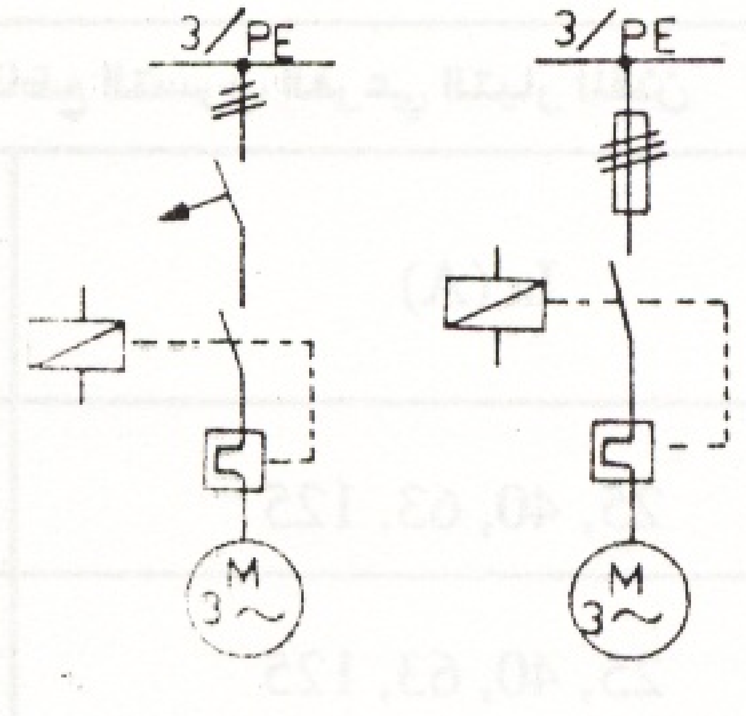
٨/٥/٣- الجمع بين أجهزة الوقاية المختلفة

الشكل (٨-١٠) يبين حالات الجمع بين أجهزة الوقاية المختلفة حيث :

- يتم الجمع بين المصهرات والقواطع إذا كان تيار القصر المتوقع أكبر من تيار القصر المقنن والدائم الذى يقدر القاطع قطعه فى هذه الحالة يفضل استخدام مصهر له سعة قطع عالية لحماية القاطع (الشكل أ).

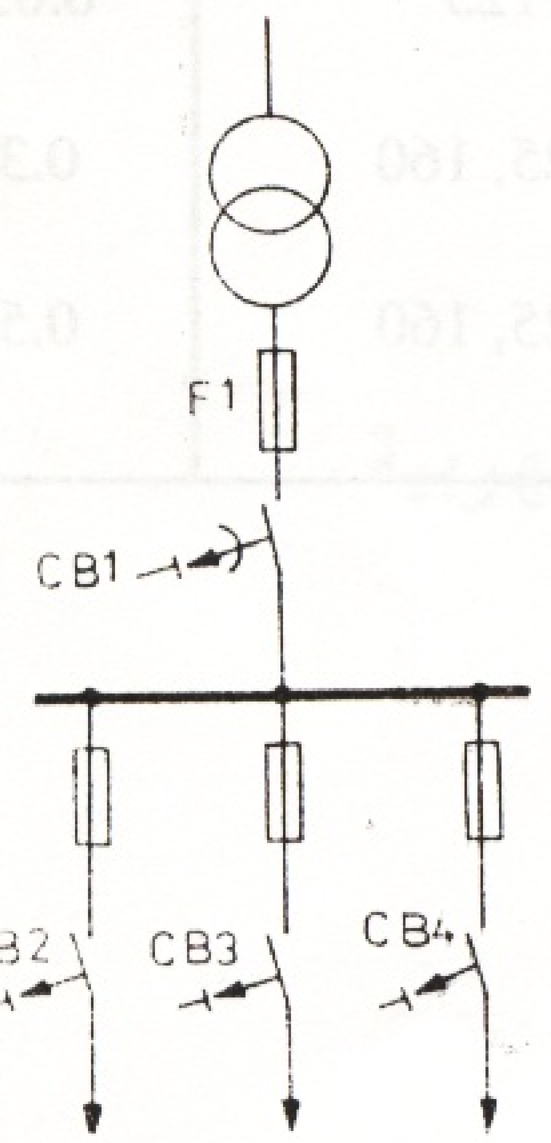
- يتم الجمع بين المصهرات والكونتاكتورات والمتممات الحرارية حيث يقوم المصهر بتوفير الحماية من القصر لحماية كلٍّ من الكونتاكتور والمتمم الحرارى والكابل. ويقوم الكونتاكتور بالتحكم فى وصل وفصل التيار الكهربى للأحمال، ويقوم المتمم الحرارى بحماية المحرك من زيادة الحمل، (الشكل ب).

- يتم الجمع بين قاطع له خواص فصل لحظية عند القصر n مع كونتاكتور مع متمم حرارى، حيث يوفر القاطع الحماية للكونتاكتور والمتمم الحرارى والكابل من القصر، ويقوم الكونتاكتور بالتحكم فى الوصل والفصل ويقوم المتمم الحرارى بتوفير الحماية المحرك من زيادة الحمل (الشكل جـ).



الشكل ٨-١٠

٨ / ٥ / ٤- التنسيق على تمييز التسرب الأرضى



الشكل (٨-١١)

يمكن التنسيق بين قواطع التسرب الأرضى المستخدمة فى وقاية الدوائر الكهربية وذلك بالتحكم فى زمن الفصل لها . وعادة تزود قواطع التسرب الأرضى ذات تيارات التشغيل الأكبر من 63A بوسيلة لضبط زمن التأخير. والشكل (٨-١١) يعرض أحد أنظمة التوزيع حيث تستخدم قاطع تسرب أرضى CB_1 له خواص فصل بتأخير ويمكن معايرة زمن فصله، ويستخدم لتوفير وقاية رئيسية لنظام التوزيع المبين من التسرب الأرضى . ويستخدم ثلاثة قواطع تسرب أرضى CB_2, CB_3, CB_4 لتوفير الوقاية المطلوبة للمغذيات الفرعية . والجدول (٨-٦) يبين تيارات التسرب المقننة لكلٍّ من قواطع التسرب الرئيسية والفرعية وكذلك التيارات المقننة لكلٍّ من قواطع التسرب الرئيسية والفرعية تبعاً لتوصيات شركة Siemens الألمانية .

الجدول (٨-٦)

قاطع التسرب الفرعي التيار المقنن		قاطع تسرب رئيسي	
تيار التسرب $I_{\Delta N}$ (A)	In (A)	تيار التسرب $I_{\Delta N}$ (A)	التيار المقنن In (A)
0.03	25, 40, 63, 125	0.3	125,160
0.03	25, 40, 63, 125	0.5	125,160
0.3	25, 40, 63, 125		
0.03	25, 40, 63, 125	1	125,160
0.3	25, 40, 63, 125, 160		224
0.5	25, 40, 63, 125, 160		

الباب التاسع

فحص التركيبات الكهربية

فحص التركيبات الكهربية

٩ / ١ - مقدمة

بعد الانتهاء من التركيبات الكهربية هناك بعض الفحوصات المتبعة، فمنها ما يجرى بمجرد النظر، ومنها ما يجرى ببعض الاختبارات، ومنها ما يجرى بأخذ قياسات معينة. وعند أخذ القياسات يجب استخدام أجهزة القياس الصحيحة وكذلك إجراء التجارب بالطريقة الصحيحة لتجنب الحوادث، ويتم ذلك بأخذ النقاط التالية فى الاعتبار:

١- عندما يكون التيار المقاس 10 mA يجب ألا يتعدى جهد التلامس 25:50 Vac أو 60:120 Vdc.

٢- يجب أن يفصل جهاز القياس أتوماتيكيًا فى زمن مقداره 0.2S إذا تعدى جهد التلامس الحدود المسموح بها.

٣- عند إجراء قياسات عند جهد التشغيل وتيار تشغيل يصل إلى 10A فإن زمن إجراء القياسات يجب ألا يتعدى (10:50mS) بحيث لا يمثل خطورة على الأشخاص.

٤- عند إجراء بعض القياسات الضرورية للحصول على تيارات القصر عند جهود التشغيل المعتادة يجب التأكد من خلو منطقة القياسات من الأشخاص الغير متخصصين.

وإذا لم تتحقق النقاط (١، ٢، ٣) يجب إجراء القياسات مع استخدام حواجز، وهذه القياسات يجب إجرائها على جميع أجزاء المنشأة المراد فحصها.

٩ / ٢ - قياس مقاومة الأرضى

من المعلوم أن مقاومة الأرضى تساوى مجموع مقاومة قطب الأرضى ومقاومة خط الأرضى ومقاومة موصل الوقاية.

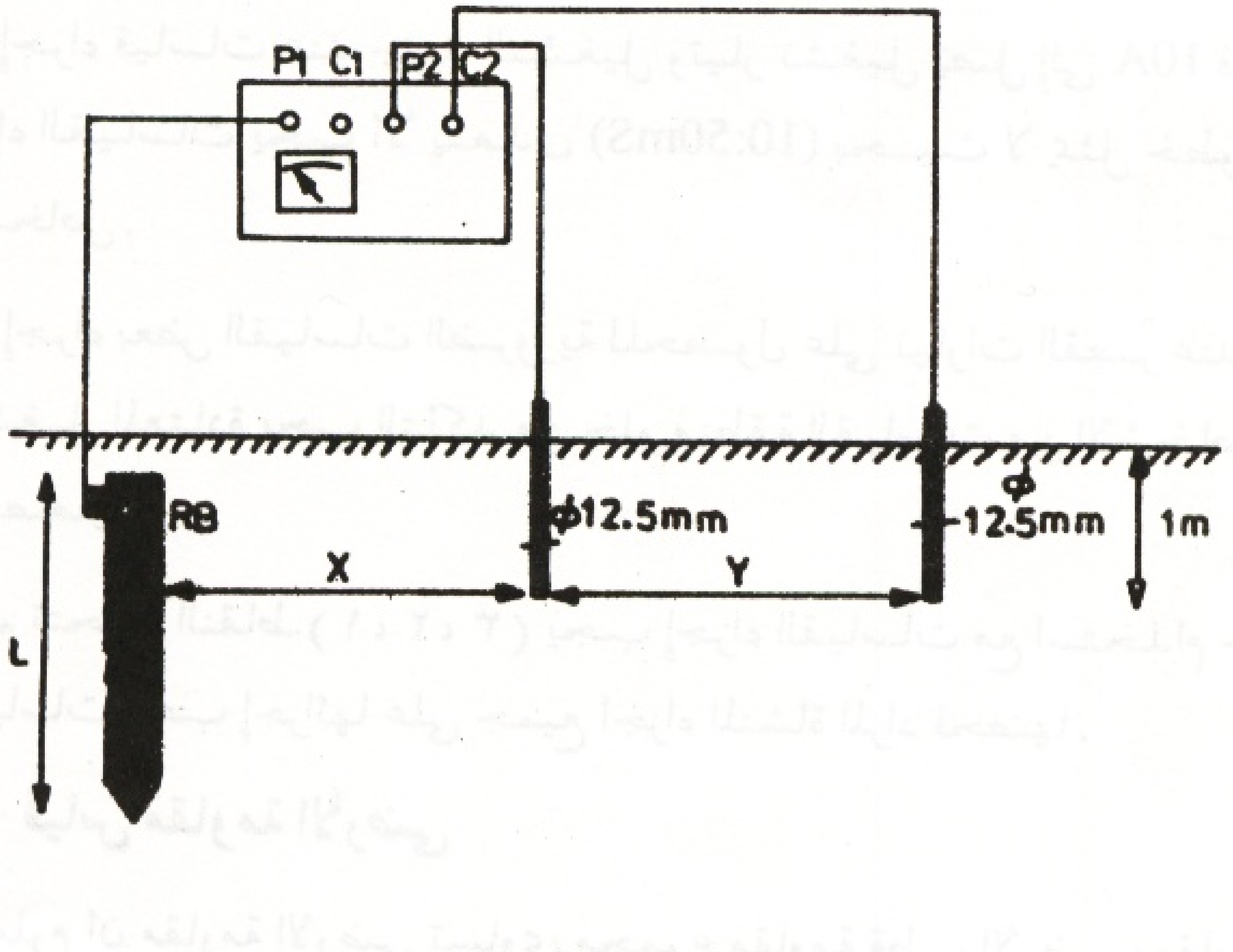
والجدير بالذكر أن قيمة مقاومة الأرضى تتغير من وقت لآخر، حيث إنها تعتمد

على رطوبة التربة فتقل المقاومة كلما زادت رطوبة التربة. وتعتمد طريقة قياس مقاومة الأرضى على نوع نظام التركيبات الكهربية المستخدم، وعمومًا فإن مقاومة الأرضى المسموح بها هى 5Ω للمنشآت السكنية وأقل من 2Ω للمنشآت الصناعية.

٩ / ٢ / ١ - قياس مقاومة الأرضى لنظامى TN , IT

هناك طريقتان متبعتان لقياس مقاومة الأرضى لنظامى TN,IT

الطريقة الأولى: ويستخدم فيها جهاز قياس العزل IR والذى له أربعة طراف P_1, P_2, C_1, C_2 حيث أن P_1, P_2 هم أطراف الجهد، C_1, C_2 هم أطراف التيار. ويتم توصيل P_1, C_1 مع قطب الأرضى، فى حين يوصل P_2 مع مجس، ويوصل C_2 مع قطب مساعد. علمًا بأن طول كل من المجس والقطب المساعد 1m وقطرهما 12.5 mm وهذه الطريقة مبينة بالشكل (٩-١).



الشكل (٩-١)

والجدول (٩-١) يبين قيم الأبعاد X,Y تبعاً لطول عمود الأرضى L

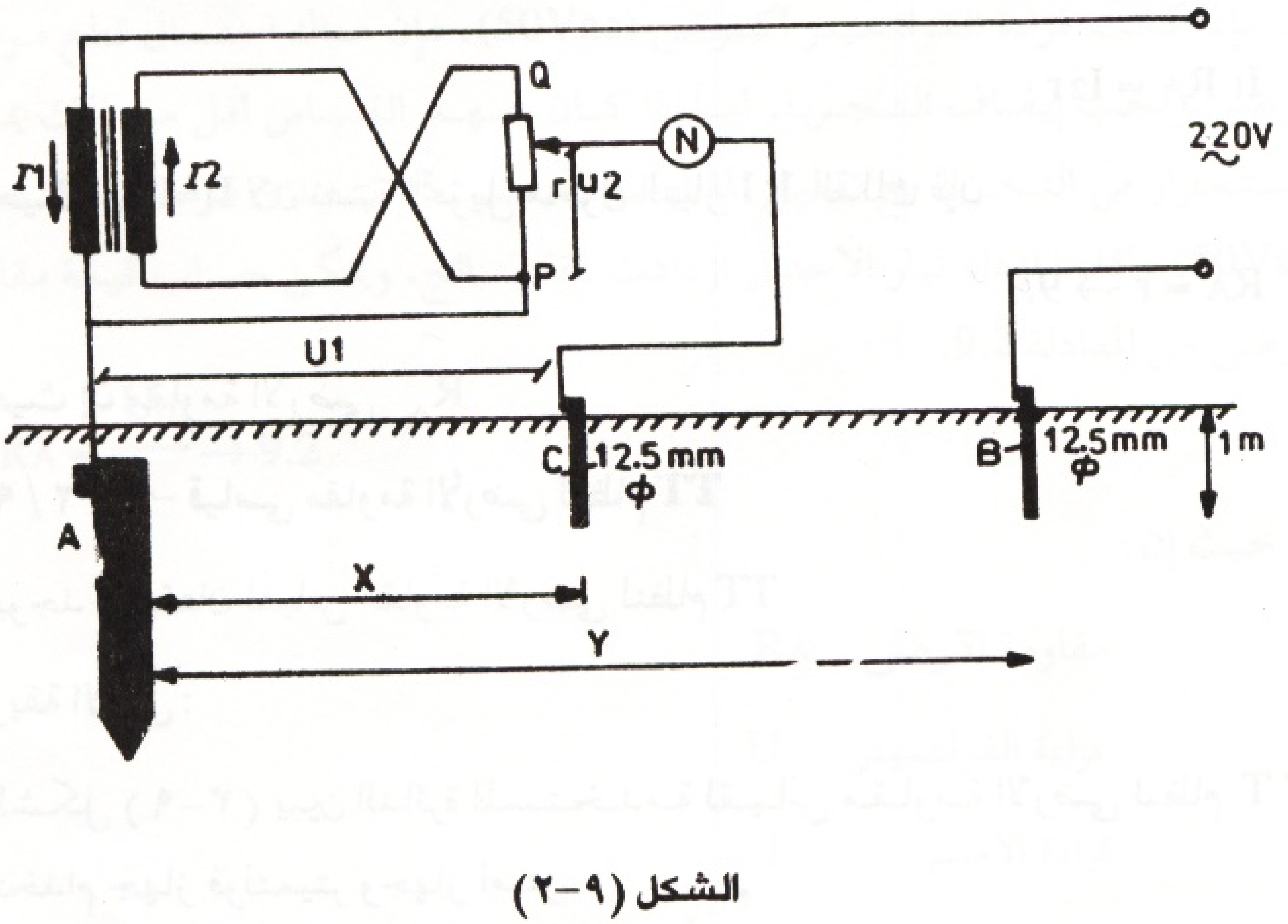
الجدول (٩-١)

y (m)	x (m)	y (m)
≤ 4	20	20
≥ 4	15	40

وفى حالة قياس مقاومة أرضى عبارة عن شبكة تأريض يجب أن تكون المسافة بين القضيب المساعد والموصل بالنقطة P_2 والحدود الخارجية لشبكة التأريض x لا تقل عن 5D حيث إن D هو القطر المتوسط لشبكة التأريض، أما المسافة y فيجب ألا تقل عن 40m .

الطريقة الثانية: وتسمى هذه الطريقة بهرند Behrend's Method .

والشكل (٩-٢) يبين طريقة بهرند فى قياس مقاومة الأرضى لنظامى TN , IT .



الشكل (٩-٢)

وتستخدم هذه الطريقة قطب مساعد B ، ومجس C ، حيث إن طولهما 1m ، وقطرهما 13mm، ويستخدم كذلك محول تيار بنسبة تحويل 1:1 وجهاز أميتر له تدريج موجب وآخر سالب ونقطة صفر ويسمى بجهاز كشف الصفر Zero detector . والجدول (٩-٢) يعطى قيم المسافات x,y المبينة بالشكل (٩-٢) تبعًا لبيانات القطب الأرضى A .

الجدول (٩-٢)

نظام التأريض	x (m)	y (m)
قطب أرضى واحد طوله يصل إلى 10m	20	40
قطب أرضى واحد طوله 10m	2 L	2 L
شبكة تأريض قطرها المتوسط D	2.5 D	2.5 D

ويتم تحريك الذراع المنزلق لجزئ الجهد R فى الاتجاه الذى يجعل جهاز كشف الصفر يقرأ صفراً، فى هذه الحالة يصبح

$$U_1 = U_2$$

$$I_1 R_A = I_2 r$$

وحيث إن $I_1=I_2$ لأن نسبة تحويل محول التيار 1:1 لذلك فإن

$$R_A = r \rightarrow 9.1$$

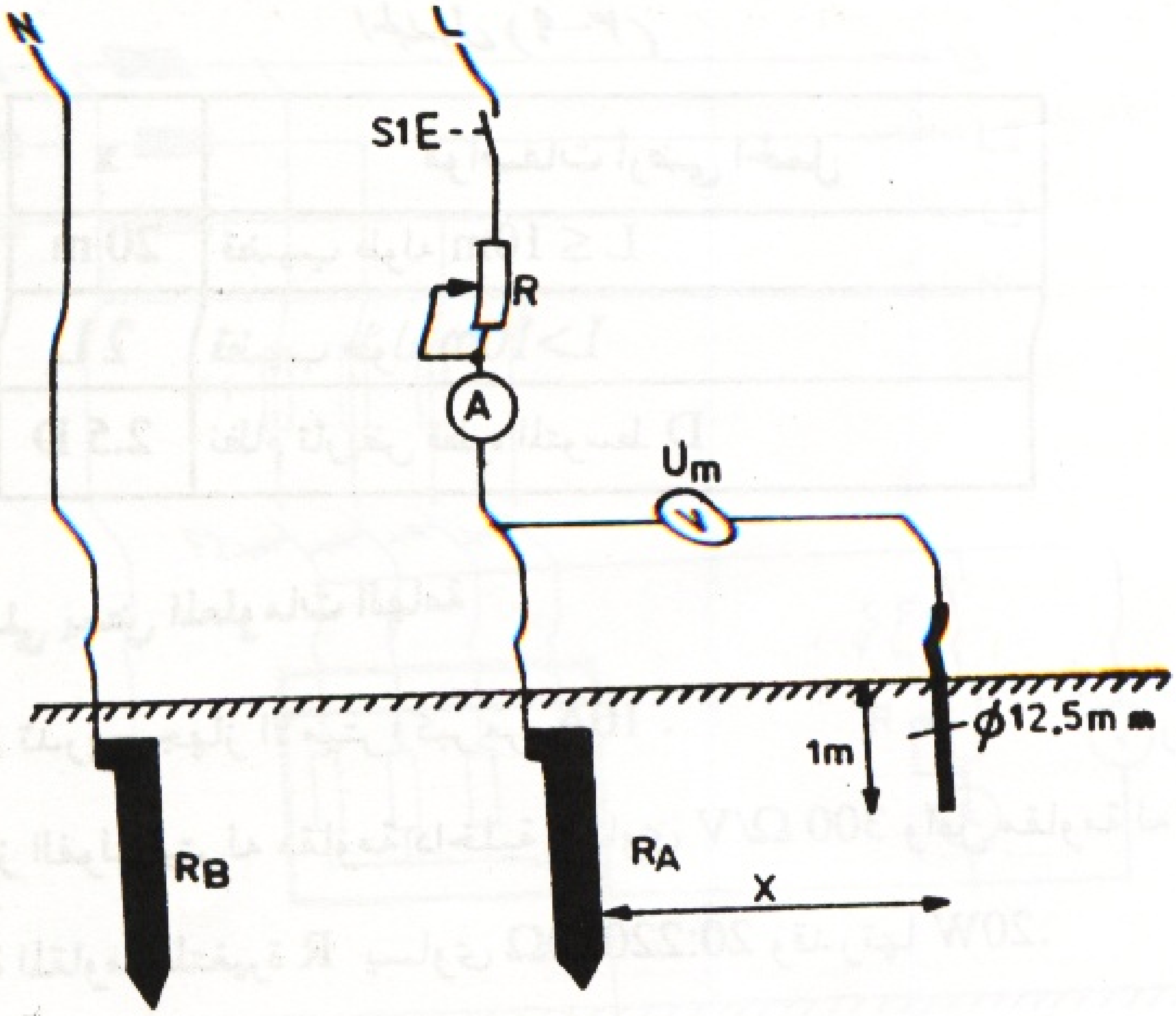
حيث إن R_A مقاومة الأرضى

٩ / ٢ / ٢ - قياسى مقاومة الأرضى لنظام TT

يوجد طريقتان لقياس مقاومة الأرضى لنظام TT

الطريقة الأولى:

الشكل (٩-٣) يبين الدائرة المستخدمة لقياس مقاومة الأرضى لنظام T T باستخدام جهاز فولتميتر وجهاز أميتر.



الشكل (٩–٣)

وفى البداية نضبط المقاومة R على أكبر قيمة لها، ثم يتم الضغط على الضاغط S_1. فإذا كانت قراءة الفولتميتر أكبر من (50Vac)، فإن هناك احتمال قطع موصل الأرضى ويجب إيقاف التجربة. أما إذا كان جهد القياس أقل من ذلك يمكن الاستمرار فى التجربة مع تقليل المقاومة R بحيث لا تتعدى قراءة الفولتميتر (50Vac) وكلما ازداد تيار الاختبار ازدادت دقة النتائج. ويمكن حساب قيمة مقاومة الأرضى من المعادلة 9.2.

$$R_A = \frac{Um}{I} \rightarrow 9.2$$

حيث إن :

مقاومة الأرضى R_A.

قراءة الفولتميتر U.

قراءة الأميتر I.

والجدول (٩–٣) يعطى قيمة x تبعًا لخواص أرضى الحمل A.

الجدول (٩-٣)

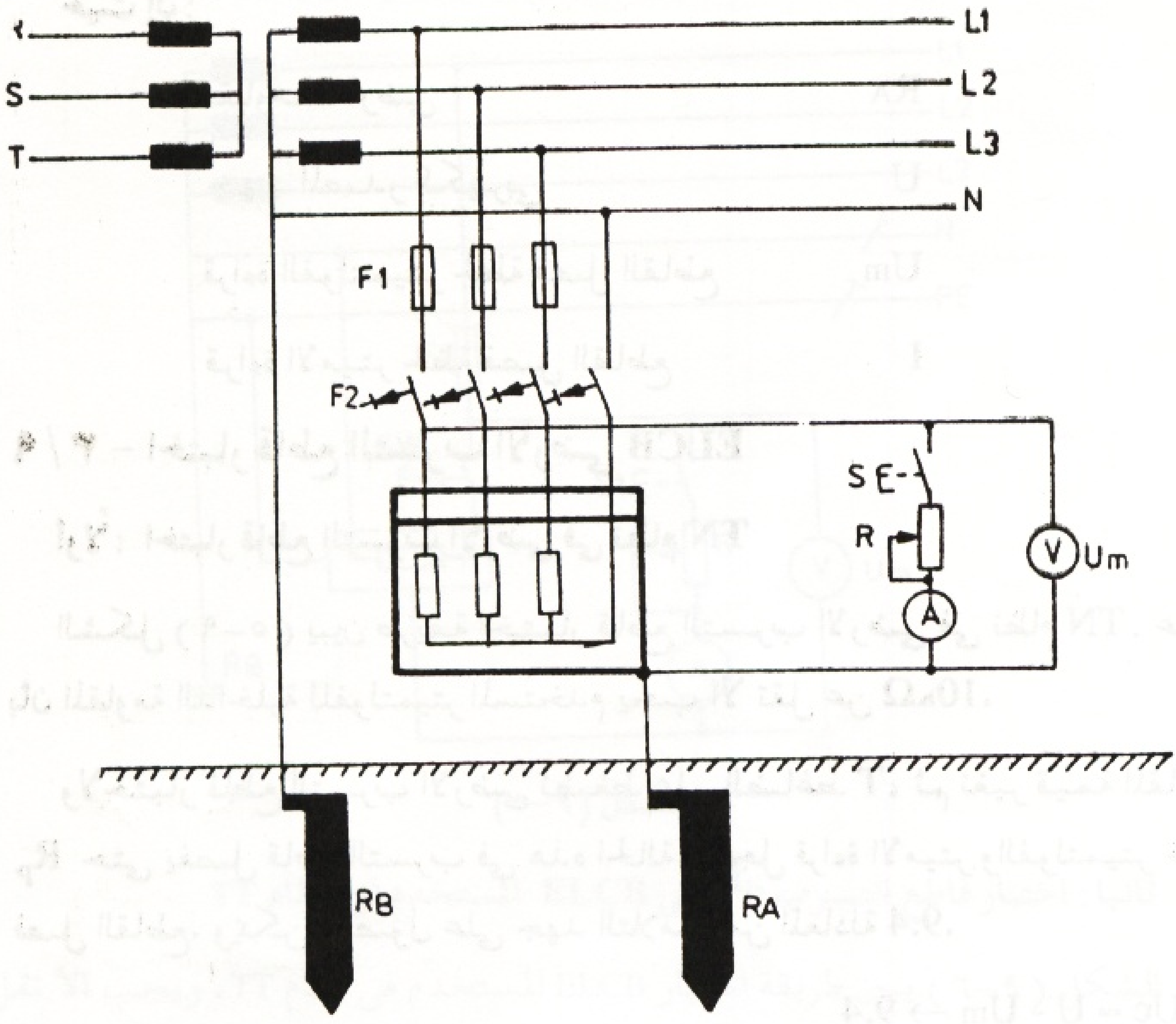
x	مواصفات أرضى الحمل
20 m	قضيب طوله $L \leq 10m$
2 L	قضيب طوله $L>10m$
2.5 D	نظام تاريض قطره المتوسط D

وفيما يلى بعض المعلومات الهامة

- مدى تدريج جهاز الأميتر أكبر من 10A .
- جهاز الفولتميتر له مقاومة داخلية يساوى 300 Ω/V وأقل مقاومة له 3000Ω.
- قيمة المقاومة المتغيرة R يساوى 20:22000Ω وقدرتها 20W.

الطريقة الثانية :

(الشكل ٩-٤) يبين الدائرة المستخدمة لقياس مقاومة أرضى الحمل فى نظام TT باستخدام جهاز فولتميتر وجهاز أميتر وقاطع تسرب أرضى.



الشكل (٩-٤)

وفى البداية يتم ضبط المقاومة R على أكبر قيمة لها، ثم نضغط على الضاغط S فإذا كان جهد التلامس على جسم الجهاز الكهربى أقل من 50Vac، فإن جهاز الفولتميتر يقرأ (220-50= 170 V) ، وإذا كانت قراءة الفولتميتر أقل من 170V فإن هذا يعنى أن جهد التلامس أكبر من 50Vac وفى هذه الحالة يجب إيقاف التجربة فى الحال.

أما إذا كانت قراءة الفولتميتر أكبر من 170V نستمر فى إجراء التجربة ونقوم بتقليل المقاومة R إلى أن يحدث فصل القاطع التسرب الأرضى.

أما إذا لم يفصل قاطع التسرب الأرضى دل على أن مقاومة الأرضى كبيرة جداً ونحصل على قيمة مقاومة الأرضى من المعادلة 9.3

$$R_A = \frac{U-U_m}{I} \rightarrow 9.3$$

حيث إن :

مقاومة الأرضى R_A

جهد المصدر الكهربى U

قراءة الفولتميتر لحظة فصل القاطع Um

قراءة الأميتر لحظة فصل القاطع I

٩ / ٣ - اختبار قاطع التسرب الأرضى ELCB

أولاً: اختبار قاطع التسرب الأرضى فى نظام TN

الشكل (٩-٥) يبين طريقة اختبار قاطع التسرب الأرضى فى نظام TN. علماً بأن المقاومة الداخلية للفولتميتر المستخدم يجب ألا تقل عن 10kΩ.

ولاختبار قاطع التسرب الأرضى نضغط على الضاغط T، ثم نغير قيمة المقاومة R_P حتى يفصل قاطع التسرب فى هذه الحالة نسجل قراءة الأميتر والفولتميتر لحظة فصل القاطع. ويمكن الحصول على جهد التلامس من المعادلة 9.4.

$$Uc = U - Um \rightarrow 9.4$$

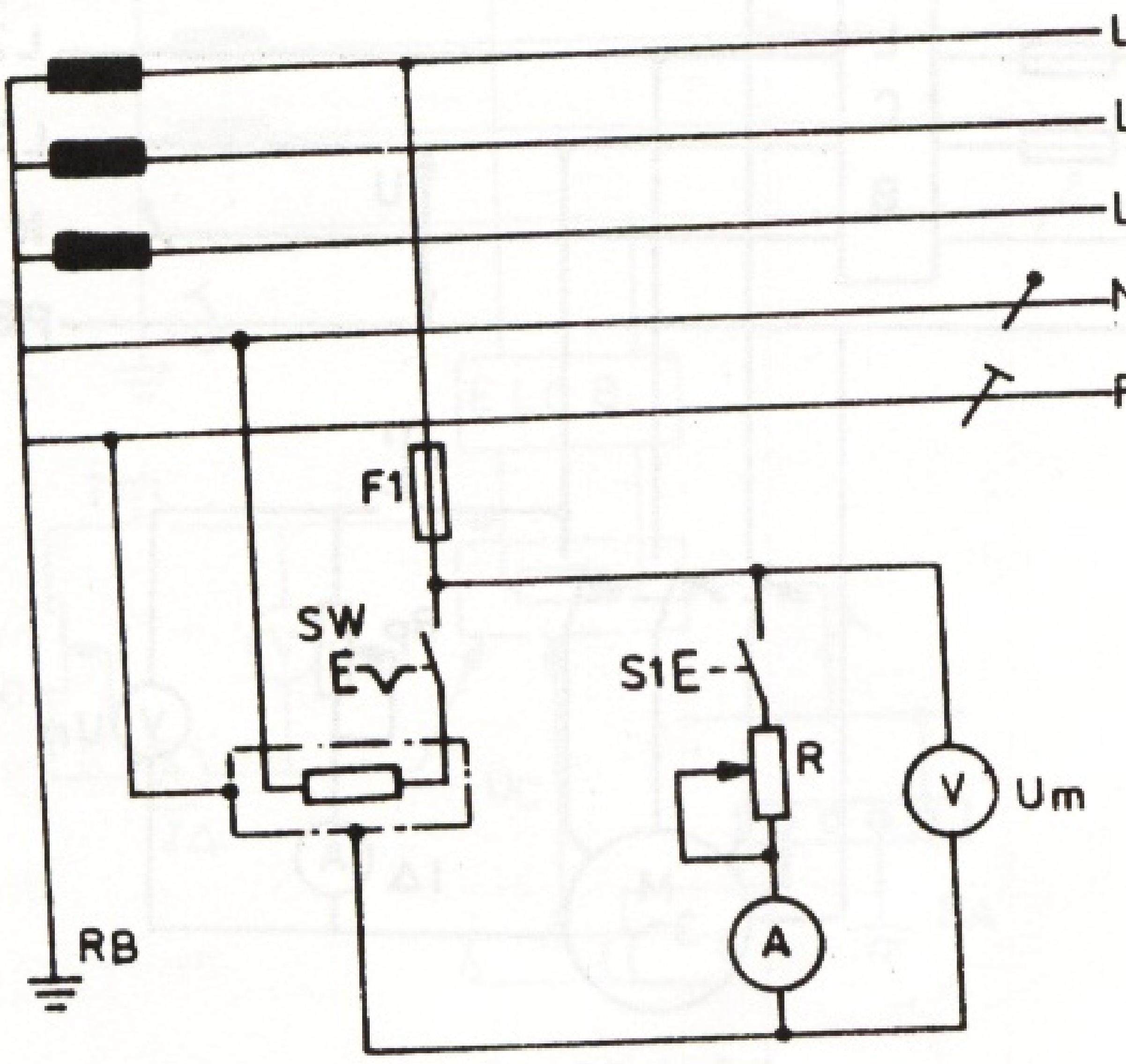
حيث إن :

جهد التلامس Uc

جهد الوجه U

قراءة الفولتميتر Um

ويجب ألا يتعدى جهد التلامس 50Vac مع الإنسان، 25Vac مع الحيوان، بالإضافة إلى أن تيار التسرب الفعلى يجب ألا يتعدى 30mA وتتراوح قيمة المقاومة R_P ما بين (10:10000Ω)



الشكل (٩-٥)

ثانيًا : اختبار قاطع التسرب الأرضى ELCB المستخدم فى نظام TT

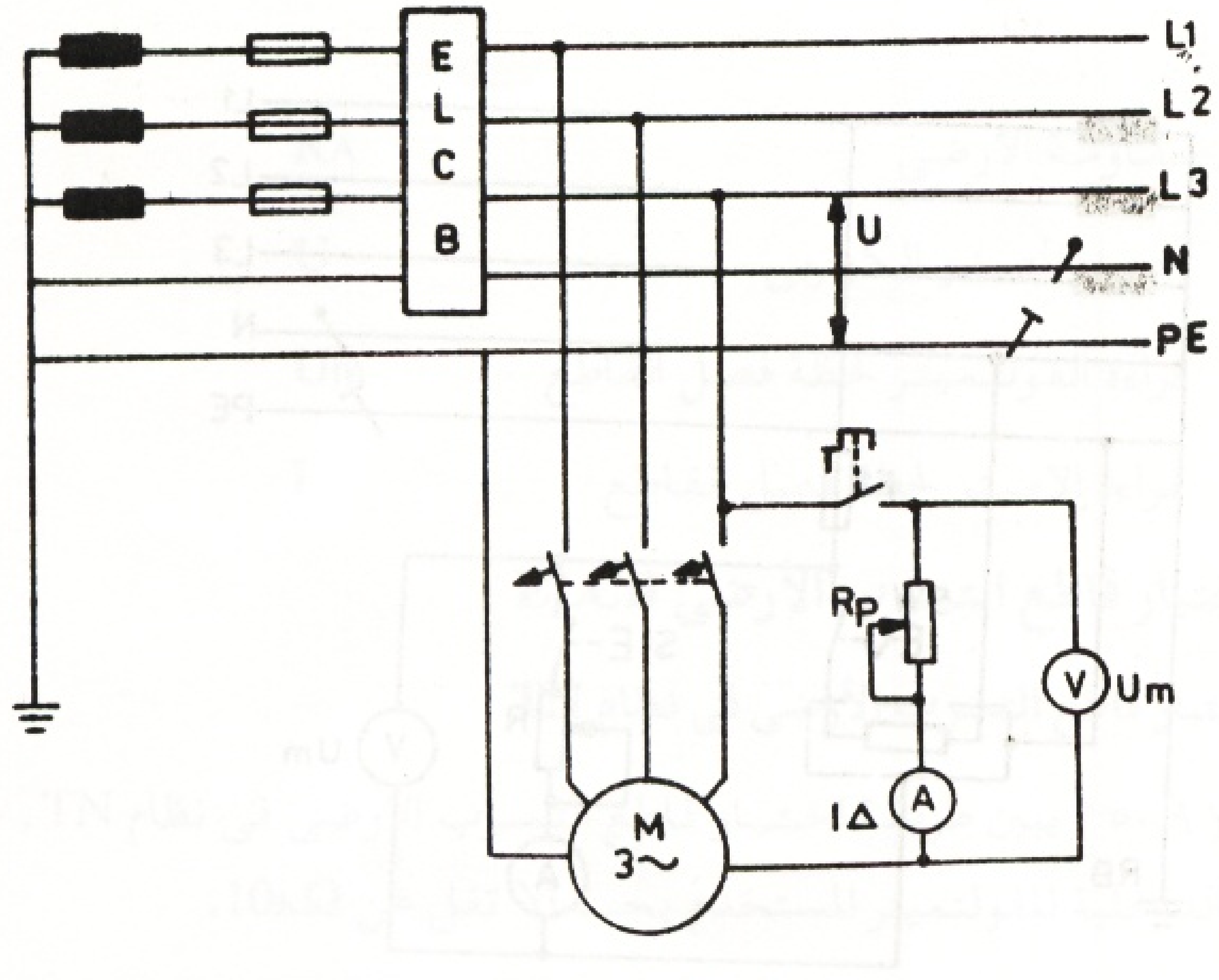
الشكل (٩-٦) يبين طريقة اختبار ELCB المستخدم فى نظام TT، ويجب ألا تقل مقاومة الفولتميتر الداخلية عن 10 kΩ، فعند الضغط على الضاغط T مع تغيير قيمة المقاومة R_P والتى تتراوح ما بين (10:10000Ω) حتى يفصل ELCB، فى هذه الحالة نسجل قراءة الأميتر والفولتميتر لحظة فصل القاطع، ويمكن الحصول على قيمة جهد التلامس من المعادلة 9.4. ويجب أن يكون Uc أقل من 50Vac فى حالة الإنسان، وأقل من 25Vac فى حالة الحيوان، كما يجب أن تتحقق المعادلة 9.5.

$I_{\Delta} \leq I_{\Delta N} \rightarrow 9.5$

حيث إن :

قراءة الأميتر I_{Δ}

تيار التسرب المقنن للقاطع $I_{\Delta N}$



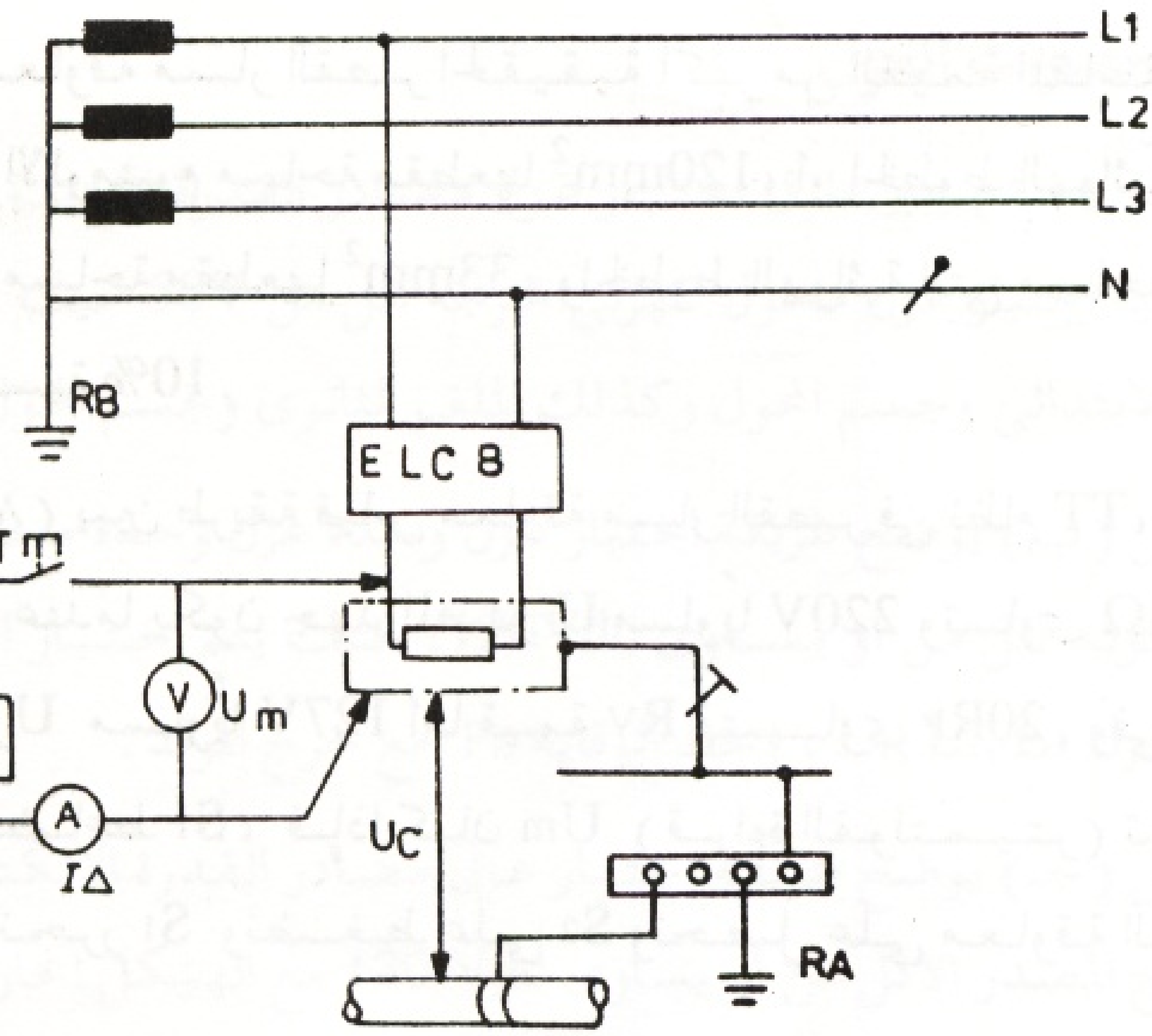
الشكل (٩-٦)

٩ / ٤ - قياس معاوقة مسار القصر

الشكل (٩-٧) يعرض دائرة قياس معاوقة مسار القصر فى نظام TNCS

حيث إن :

مقاومة أرضى المصدر	R_B
مقاومة متغيرة (20Ω- 45kΩ)	R
جهاز أميتر له تدريج يصل إلى 30A	A
جهاز فولتميتر مقاومته الداخلية 300Ω/V	V
ضـاغط	S_1
مفتاح ON - OFF	SW



الشكل (٩-٧)

وعندما يكون المفتاح SW مفتوحًا تكون قراءة الفولتميتر مساوية تقريبًا جهد المصدر U، أما إذا كانت قراءة الفولتميتر فى بداية التجربة صفرًا أو قيمة صغيرة يجب التوقف عن أداء التجربة لوجود مشكلة فى التوصيل، وفى البداية يتم ضبط المقاومة R على أكبر قيمة لها، ثم يتم الضغط على S_1 ونبدأ فى تقليل قيمة المقاومة R وصولاً لأقل قيمة لها بشرط ألا تقل قراءة الفولتميتر عن 170V (باعتبار أن جهد المصدر 220V وجهد التلامس الأقصى 50V) فى هذه الحالة فإن معاوقة مسار القصر نحصل عليها من المعادلة 9.6.

$$Z_S = \frac{U - U_m}{I} \quad (\Omega) \rightarrow 9.6$$

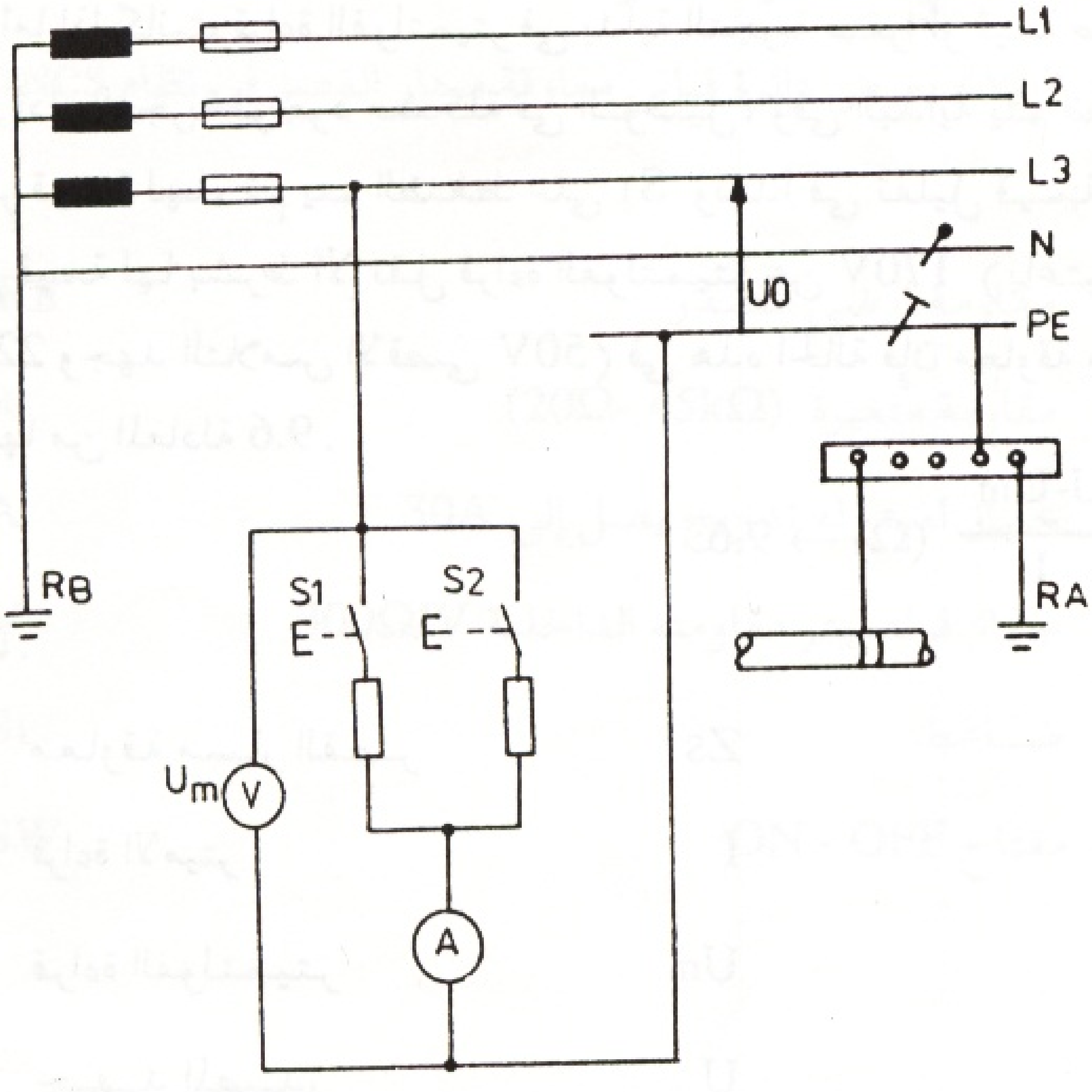
حيث إن :

معاوقة مسار القصر	Z_S
قراءة الأميتر	I
قراءة الفولتميتر	U_m
جهد المصدر	U

وعادة تكون معاوقة مسار القصر الحقيقية أكبر من القيمة المقاسة فى حالة استخدام كابلات الألومنيوم مساحة مقطعها $120mm^2$، أو الخطوط الهوائية المصنعة من النحاس والتى مساحة مقطعها $33mm^2$، والخطوط الهوائية التى مساحة مقطعها $50mm^2$ وذلك بنسبة 10%.

والشكل (٩-٨) يبين طريقة قياس معاوقة مسار القصر فى نظام TT، حيث إن R_P تساوى 22Ω عندما يكون جهد المصدر U مساويًا 220V وتساوى 12Ω عندما يكون جهد المصدر U مساويًا 127V أما قيمة R_V فتساوى $20R_P$. وفى البداية يتم الضغط على الضاغط S_1، فإذا كان U_m (قراءة الفولتميتر) تساوى U (جهد المصدر) نحرر S_1 ونضغط على S_2 ونحصل على معاوقة القصر من المعادلة 9.7.

$$Z_S = R_P \left(\frac{U - U_m}{U_m} \right) (\Omega) \rightarrow 9.7$$



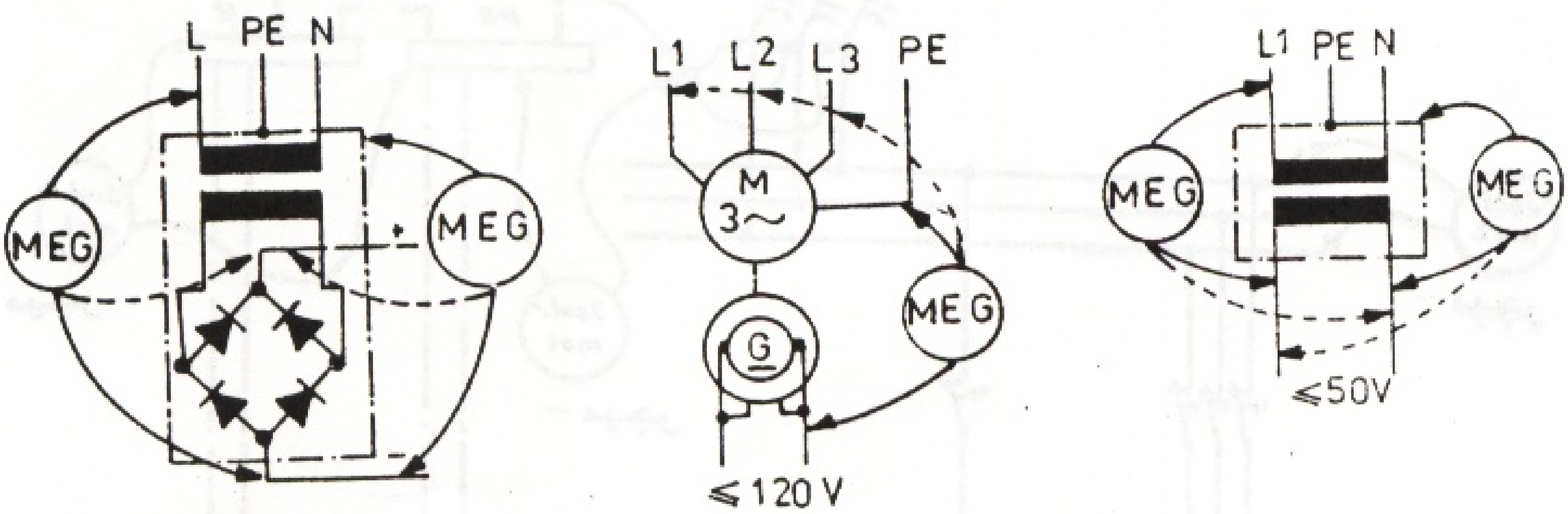
الشكل (٩-٨)

٩ / ٥ - اختبارات العزل

الشكل (٩-٩) يبين طرق اختبار عزل مصادر القدرة المختلفة، فالشكل (أ) يوضح كيفية اختبار عزل محول كهربى خرجه أقل من 50V حيث يتم اختبار العزل بين الملف الابتدائى وجسم المحول وكذلك الملف الثانوى وجسم المحول.

والشكل (ب) يوضح طريقة اختبار عزل وحدة عزل وحدة محرك مولد، بحيث إن خرج المولد أقل من أو يساوى 120Vdc، حيث يتم اختبار العزل بين الأوجه الثلاثة للمحرك L_1, L_2, L_3 ، وخط الوقاية PE مع خرج المولد.

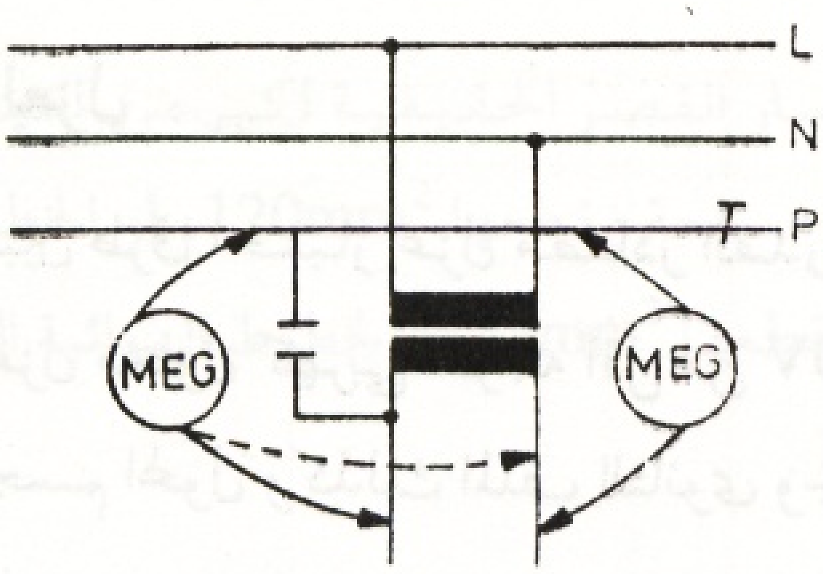
والشكل (جـ) يوضح طريقة اختبار عزل مصادر القدرة الالكترونية حيث يتم اختبار خرج المصدر الأقل من أو يساوى 120 Vdc مع الهيكل الخارجى وكذلك مع الملف الابتدائى للمحول. وإذا كانت الثنائيات المستخدمة Diodes يخشى عليها من جهد اختبار العزل 500 Vdc يمكن نزعها وإجراء اختبار العزل على المحول كما بالشكل (أ).



الشكل (٩-٩)

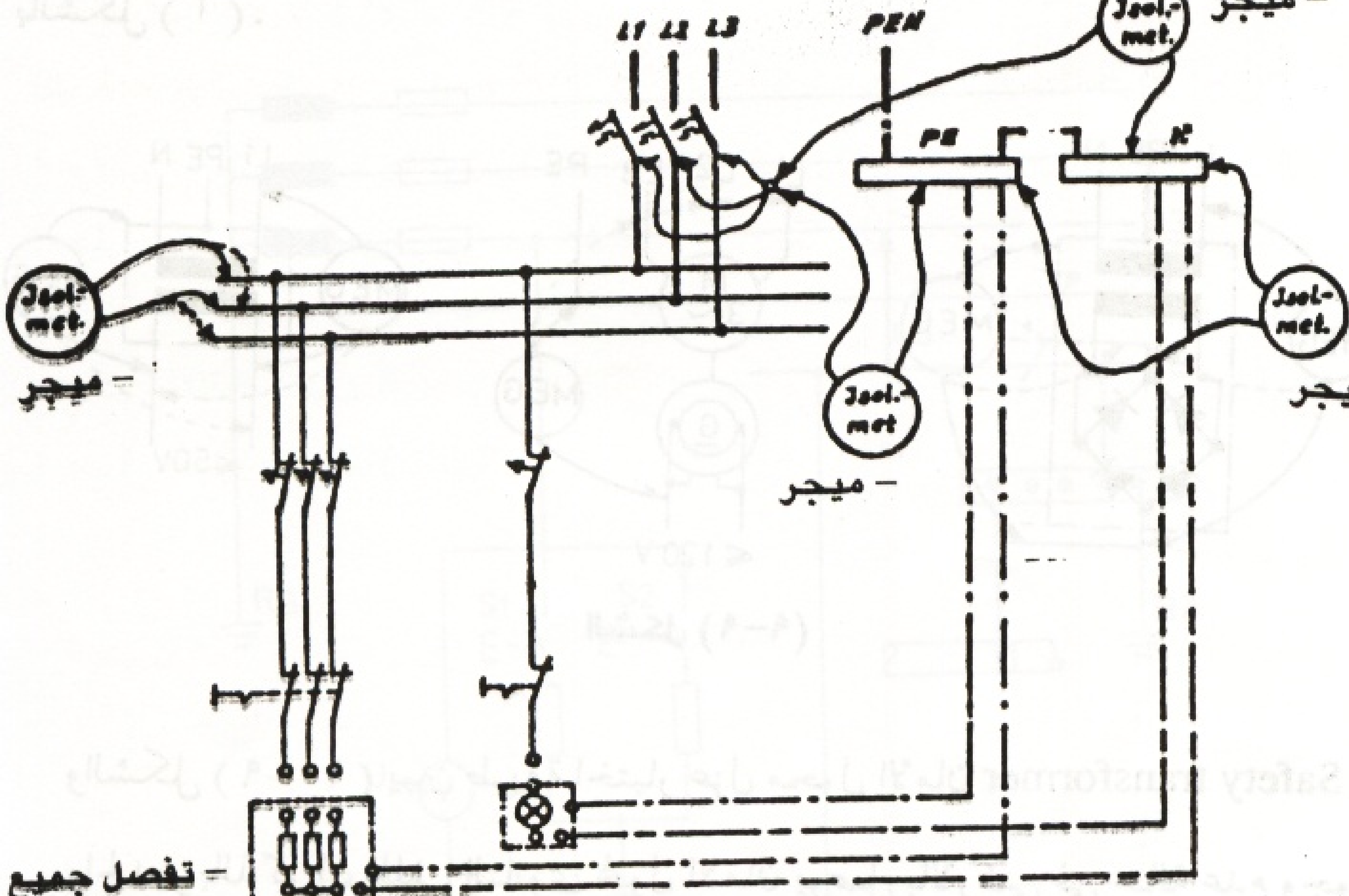
والشكل (٩-١٠) يبين طريقة اختبار عزل محول الأمان Safety transformer.

والجدير بالذكر أن الملف الثانوى لمحول الأمان يوصل بالأرضى فى حالة عدم وجود عزل جيد بين الملف الثانوى والملف الابتدائى، وعند الاختيار يجب نزع وصلة التأريض للملف الثانوى ثم يجرى الاختبار بين الملف الثانوى والابتدائى وجسم المحول بجهد مقداره 1500 V لمدة دقيقة واحدة.



الشكل (٩–١٠)

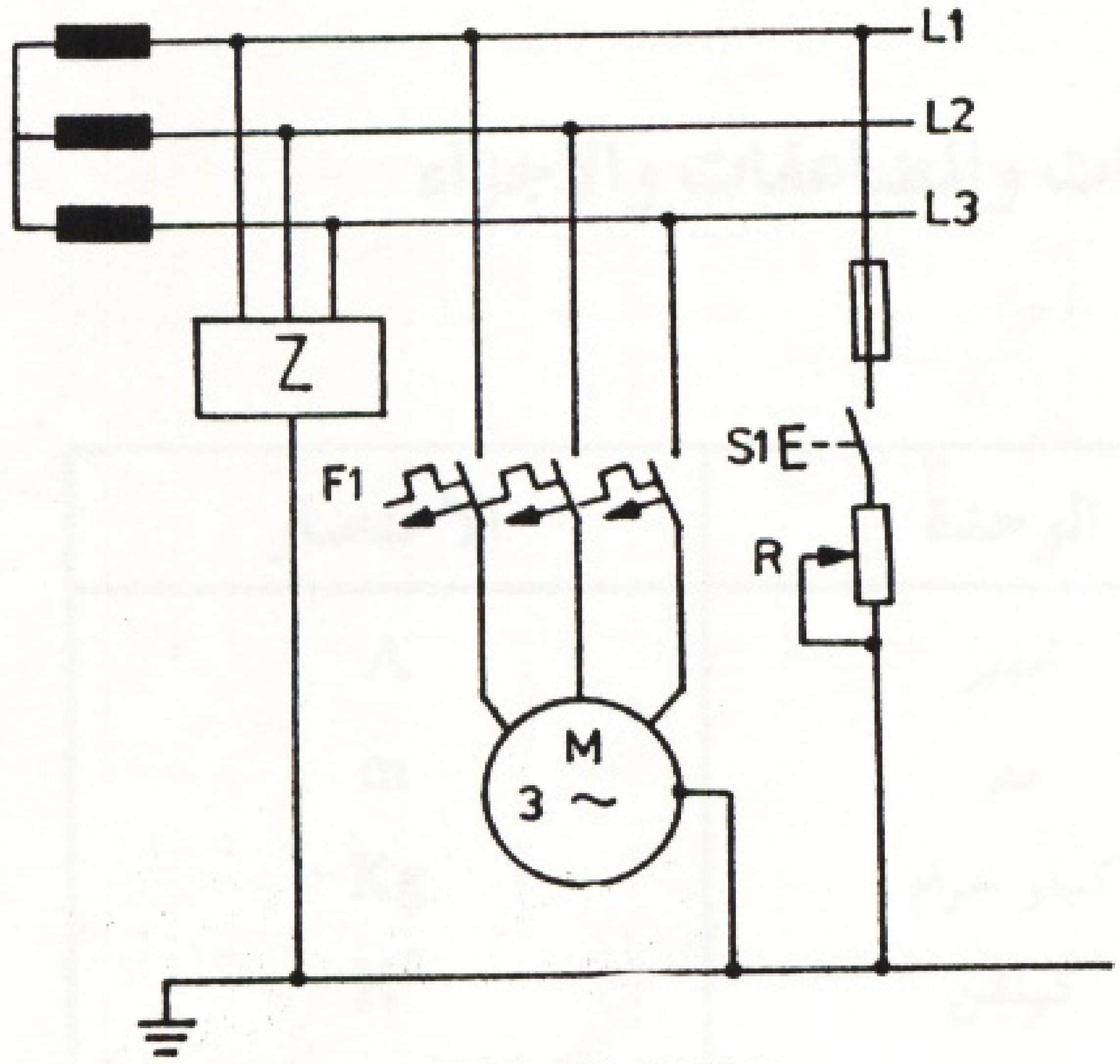
والشكل (٩–١١) يبين طريقة اختبار العزل بين كلٍ من (L_1-L_2)، (L_1-L_3)، (L_2-L_3)، (L_1-L_2-L_3-N)، (PE, N) ويجب أن تكون مقاومة العزل أكبر من 1MΩ لمصدر كهربى TNS حيث يجب فصل الخط الواصل بين قضيب N وقضيب PE، وكذلك فصل جميع الأحمال الكهربية.



الشكل (٩–١١)

٩ / ٧ - اختبار جهاز مراقبة العزل

الشكل (٩-١٢) يبين الدائرة المستخدمة لاختبار جهاز مراقبة العزل حيث إن قيمة المقاومة R تتراوح ما بين (5:60kΩ). ولاختبار جهاز مراقبة العزل Z يتم الضغط على الضاغط S_1 وتقلل قيمة المقاومة R حتى تضيء لمبة الإنذار لجهاز مراقبة العزل، في هذه الحالة تصبح قيمة المقاومة R مساوية أو أكبر من المقاومة المعاير عليه جهاز مراقبة العزل وحيث إن مقاومة الاختبار R موصلة بالتوازي مع مقاومة عزل النظام لذلك فإن جهاز مراقبة العزل يعمل قبل وصول قيمة المقاومة R للمقاومة المعاير عليها جهاز مراقبة العزل.



الشكل (٩-١٢)

ملحق-١ الوحدات والمضاعفات والأجزاء

١- الوحدات الأساسية

الكمية	الوحدة	الاختصار
التيار	أمبير	A
الطول	متر	m
الكتلة	كيلو جرام	Kg
درجة الحرارة	كيلفن	K^0
الزمن	الثانية	S

٢- الوحدات المشتقة

الكمية	الوحدة	الاختصار	الكمية	الوحدة	الاختصار
القدرة	وات	W	مساحة المقطع	ملى متر مربع	mm^2
التردد	هيرتز	HZ	القطر	ملى متر	mm
الجهد	ڤولت	V	الزمن	دقيقة	min
المقاومة	أوم	Ω		ساعة	hr
المقاومة النوعية	أوم. متر	Ω.m		سنة	year
درجة الحرارة	درجة مئوية	C°			

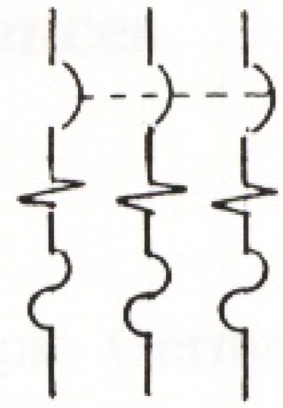
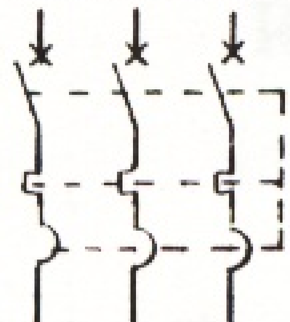
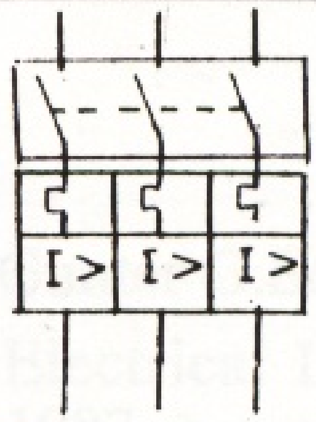
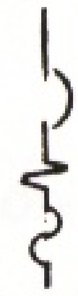
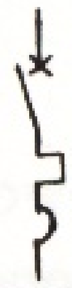
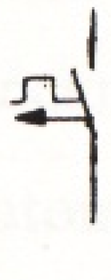
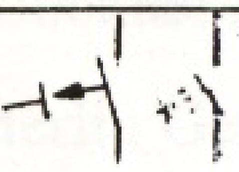
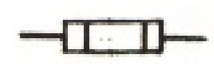
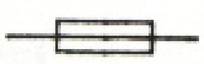
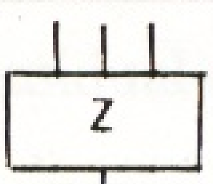
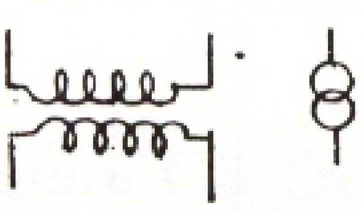
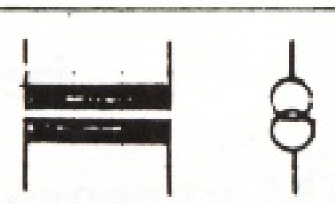
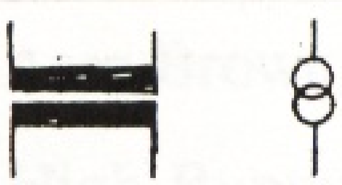
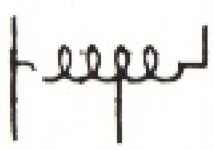
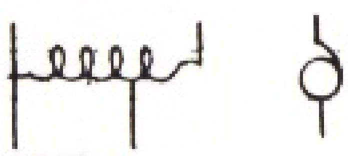
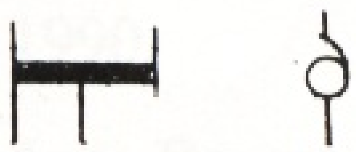
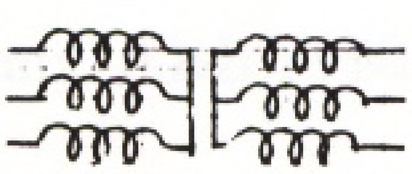
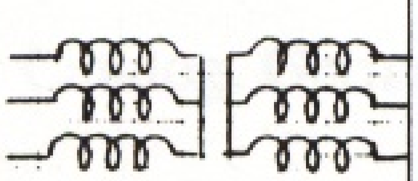
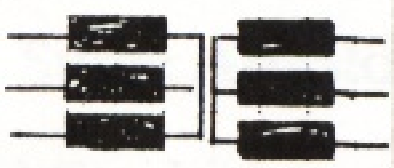
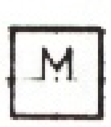
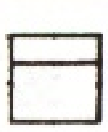
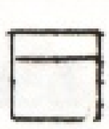
٣- المضاعفات والأجزاء

المضاعف	الاختصار	المدلول	الجزء	الاختصار	الجزء
ميجا	M	10^6	ملى	m	10^{-3}
كيلو	K	10^3	ميكرو	µ	10^{-6}
			نانو	n	10^{-9}

ملحق - ٢ مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

الوصف	أمريكى	عالمى	ألمانى
الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى	A B C	1 2 3	L1 L2 L3
خط التعادل	N	N	N
خط الوقاية	G	PE	PE
خط التعادل والوقاية		PEN	PEN
هيكل جهاز			
أرضى جهاز			
مقاومة			
مجزئ جهد			
ملف			
مكثف			
ثنائى (موحد)			
مفتاح انضغاطى بريشتين		E	E
ضاغط بريشتين مفتوحة ومغلقة	PB	E	E
كونتاكتور			
كونتاكتور مع متمم حرارى			

تابع مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

الوصف	أمريكى	عالمى	ألمانى
قاطع دائرة مقولب أو مفتوح بوقاية حرارية ومغناطيسية			
قاطع دائرة مصغر قطب واحد			
قاطع تسرب أرضى قطبين			
محدد جهد قطب واحد			
مصهر قطب واحد			
جهاز مراقبة عزل ثلاثة أوجه			
محول وجه واحد			
محول ذاتى وجه واحد			
محول ثلاثى الوجه Y - Y			
جهاز Kwh			
جهاز أميتر			
جهاز فولتميتر			

المراجـــع

Refrences

1- Gunter G.Seip.

Electrical Installation Hand book. Germany. John wiley & Sons 1987.

2- Klockner Moeller.

Automation and power Distribution wiring manual. Germany. Klockner moeller 1990.

3- Merlin Gerin.

Low voltage circuit breaker application Guide. France. Merlin Gerin 1990.

4- Asea Brown Boveri.

Residual current. operated CB.

Germany. ABB 1990.

5- Asea Brown Boveri.

High Rupturing capacity Miniature CB Catalog. Germany. ABB 1990.

6- Asea Brown Boveri.

Surge Arrestor Catalog. Germany. ABB 1990.

7- Mitsubishi.

Molded- Case CB's & Miniature CB's & Earth-leakage CB's & Relays Catalog. Japan. Mitsubishi 1990.

8- Siemens.

General Catalog 2 Standard products. Germany. Siemens 1990.

9- Legrand.

Electrical fittings and wiring accessories catalog. France. Legrand 1994.

10- Trevor E.Marks.

Hand book on the IEE wiring Regulation. No Hing ham- England. William Ernest publishing 1988.

11- E.A.Reeves.

Handbook of electrical Installation Practice. London. Blackwell scientific publications 1990.

12- W.E. Steward and T.A.Stubbs.

Modern wiring practice. London. Newnes Technical books 1992.

13- W.Turner.

Question & Answers Home electrics. London. Newnes Technical books 1985.

14- F Hall. Electrical services in buildings. London. Construction Press 1982.

15- Wilhelm Rudolph.

safety of electrical Installation up to 1000 Volts. Berlin. verlag 1990.

16- Ronald P.O Riley

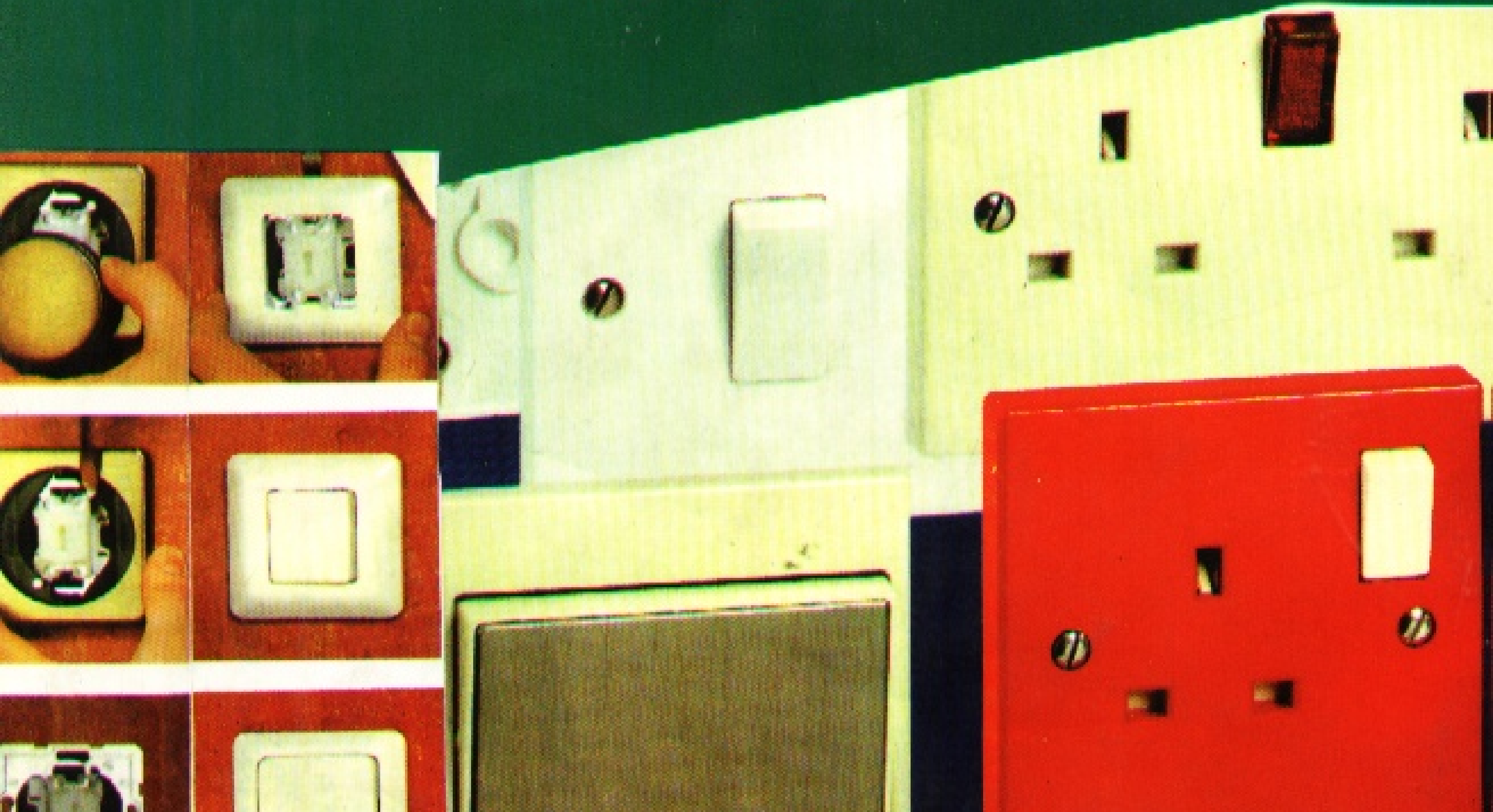
Eledrical Grounding. USA. Delmar publishers Inc. 1988.

الموسوعة العملية فى التركيبات الكهربية ٢

التركيبات الكهربية في المنشآت السكنية

م. أحمد عبد المتعال

المدرس بالكلية التقنية بالدمام



الكتاب : التركيبات الكهربية فى المنشآت السكنية

المؤلف : م. أحمد عبد المتعال

رقم الطبعة : الأولى

تاريخ الإصدار : رمضان ١٤١٩ هـ - يناير ١٩٩٩م

حقوق الطبع : محفوظة للناشر

الناشر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ١٠٩٣٨/ ٩٧

الترقيم الدولى : I.S.B.N. 977 - 5526 -73 - 6

دار النشر للجامعات - مصر

ص . ب ١٣٠ - ١١٥١٨ القاهرة ت: ٣٩٣٢٢٣٩٤

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (١٥) ﴾ [الأحقاف : ١٥].

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر لكلٍ من **المهندس / محمود زكى صوان** – مدير قسم الكهرباء والميكانيكا بمكتب أحمد الموسى للاستشارات الهندسية السعودية – الدمام، وكذلك **المهندس محمد صديق** – المدرس بالمعهد الفنى ببورسعيد، وكذلك **الأستاذ صلاح عبد الفتاح الروبى** – مدرس كهرباء بالكلية التقنية بالدمام، وذلك على تعاونهم الصادق والمثمر فى إعداد هذا الكتاب.

وأخيراً أتقدم بخالص الشكر لكل من قدم لنا يد المعاونة فى إعداد هذا الكتاب راجياً من المولى العلى القدير أن يثيبهم خيراً.

المؤلف

محتويات الكتاب

الباب الثانى

الكابلات وتمديدها

الباب الثالث

العناصر المستخدمة فى التركيبات الكهربية

الباب الرابع

إضاءة المنشآت السكنية

الباب الخامس

الدوائر الأساسية للإضاءة

الباب السادس

الأنظمة الحديثة للإضاءة

الباب السابع

تمديدات الجهد المنخفض

الباب الثامن

توزيع التيار الكهربى داخل المنشآت السكنية

الباب التاسع

تطبيقـــات

الباب العاشر

فحص التركيبات الكهربية وإصلاح الأعطال

الباب الأول
المدخل العملى للتركيبات الكهربية

المدخل العملى للتركيبات الكهربية

١ / ١ - توصيل التيار الكهربى للمنشآت السكنية

يتم إدخال التيار الكهربى للمنازل والمنشآت السكنية إما عن طريق أسلاك هوائية وذلك فى القرى والمدن الصغيرة، أو عن طريق كابلات أرضية وذلك فى المدن الكبيرة. والجدير بالذكر أن مهمة إدخال التيار الكهربى للمنشآت السكنية تقوم به شركات توزيع الكهرباء.

أولاً : طريقة توصيل التيار الكهربى للمنازل باستخدام الأسلاك الهوائية

يتم نقل التيار الكهربى من محولات التوزيع بالاحياء السكنية على أعمدة رأسية مثبتة بالشوارع. ويجب أن تكون بارتفاع مناسب ولاتسمح للاشخاص بملامسة الموصلات الحاملة للتيار الكهربى والمثبتة على عوازل من الخزف.

ويتم توصيل التيار الكهربى للمنازل عن طريق الخطوط الهوائية بالطريقة المبينة بالشكل (١ - ١).

حيث إن :

1 وصله للكابل مع الموصل الهوائى

2 كابل

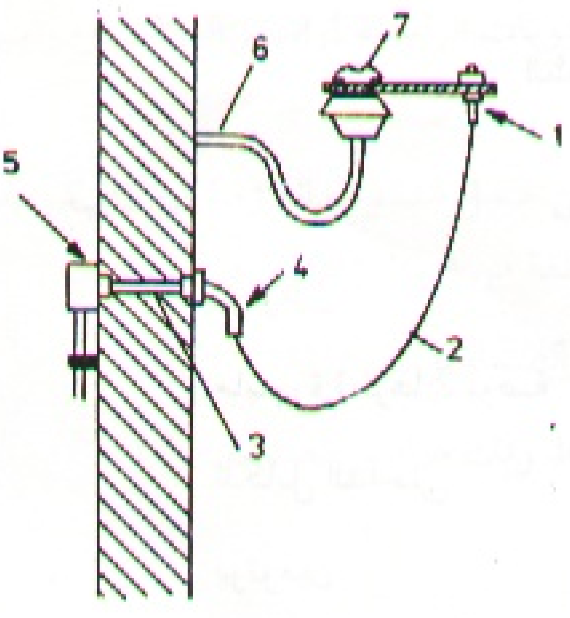
3 ماسورة داخل الحائط

4 كوع

5 علبة توصيل بالمنزل

6 ركيزة من الصلب

7 عازل خزفى على شكل جرس

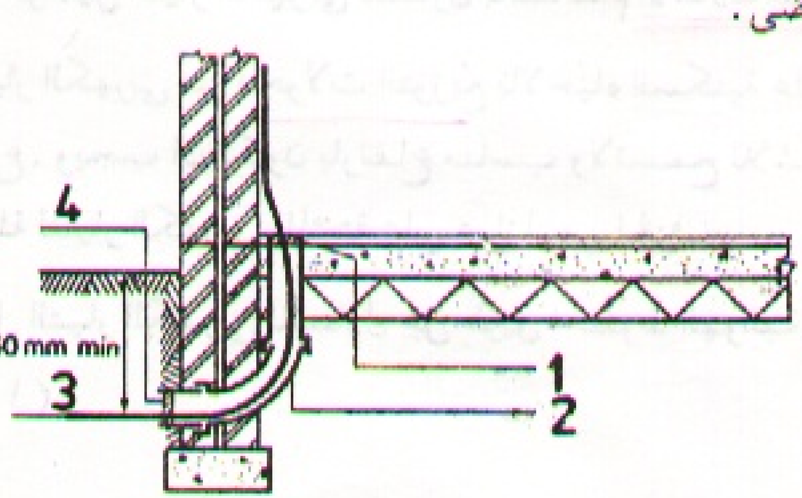


الشكل (١ - ١)

ثانيا : طريقة توصيل التيار الكهربى عن طريق الكابلات الأرضية

حيث يمرر الكابل داخل ماسورة معدنية قطرها يساوى 2 بوصة، ويتم غلق مدخل ومخرج الماسورة بالبوتومين لمنع تسرب الرطوبة لداخل الماسورة، وتدفن هذه الماسورة على عمق 460mm فى الطرق الجانبية وتدفن على عمق **760mm** فى الطرق الرئيسية. وعادة لايوصى بإمرار كابلات بجوار الأشجار؛ لأن جذور الأشجار قد تمزق الكابلات عند نموها، وقد تسبب صعوبات ومشاكل عند نزعها. وينصح عادة بان يكون مسار الكابل أقصر ما يمكن من محول التوزيع إلى المنزل ويفضل بان يكون محاذياً للأسوار والطرق.

والشكل (١ – ٢) يبين طريقة توصيل التيار الكهربى للوحة الخدمة بالمنزل بواسطة كابل أرضى.



الشكل (١ – ٢)

حيث إن :

بوتومين	1
ماسورة قطرها 2 بوصة	2
الكابل الداخلي	3
بوتومين	4

١ / ٢ – العدد المستخدمة فى التركيبات الكهربية :

الشكل (١–٣) يعرض أهم العدد المستخدمة فى التركيبات الكهربية حيث إن :

١ – زرادية جامعة وتقوم بقطع وتقشير وثنى الأسلاك الكهربية .

٢ – قطاعة وقشارة أسلاك وتستخدم فى قطع الأسلاك وتقشيرها .

٣ – زرادية ببوز طويل وتستخدم فى ثنى الأسلاك ووضعها فى الأماكن الضيقة .

٤ – منشار حدادى ويستخدم فى قطع مواسير البلاستيك والحديد المستخدمة فى التمديدات الكهربية وأغراض أخرى .

٥ – جاكوش .

٦ – أجنة وتستخدم مع الجاكوش فى عمل المجارى فى الحوائط لإمرار مواسير البلاستيك المستخدمة فى التمديدات الكهربية وكذلك حفر الحائط لدفن علب التوصيل وعلب المفاتيح .

٧ – ميزان ماء ويستخدم فى ضبط المستوى الأفقى والرأسى خصوصاً للوحة التوزيع وعلب المفاتيح وعلب التوزيع من أجل المظهر الجمالى للمفاتيح والبرايز وعلب التوزيع .

٨ – سكينة وتستخدم فى تعرية الكابلات .

٩ – ميزان خيط ويستخدم فى ضبط المستويات الرأسية لمواسير الصلب ومواسير البلاستيك والقنوات المختلفة .

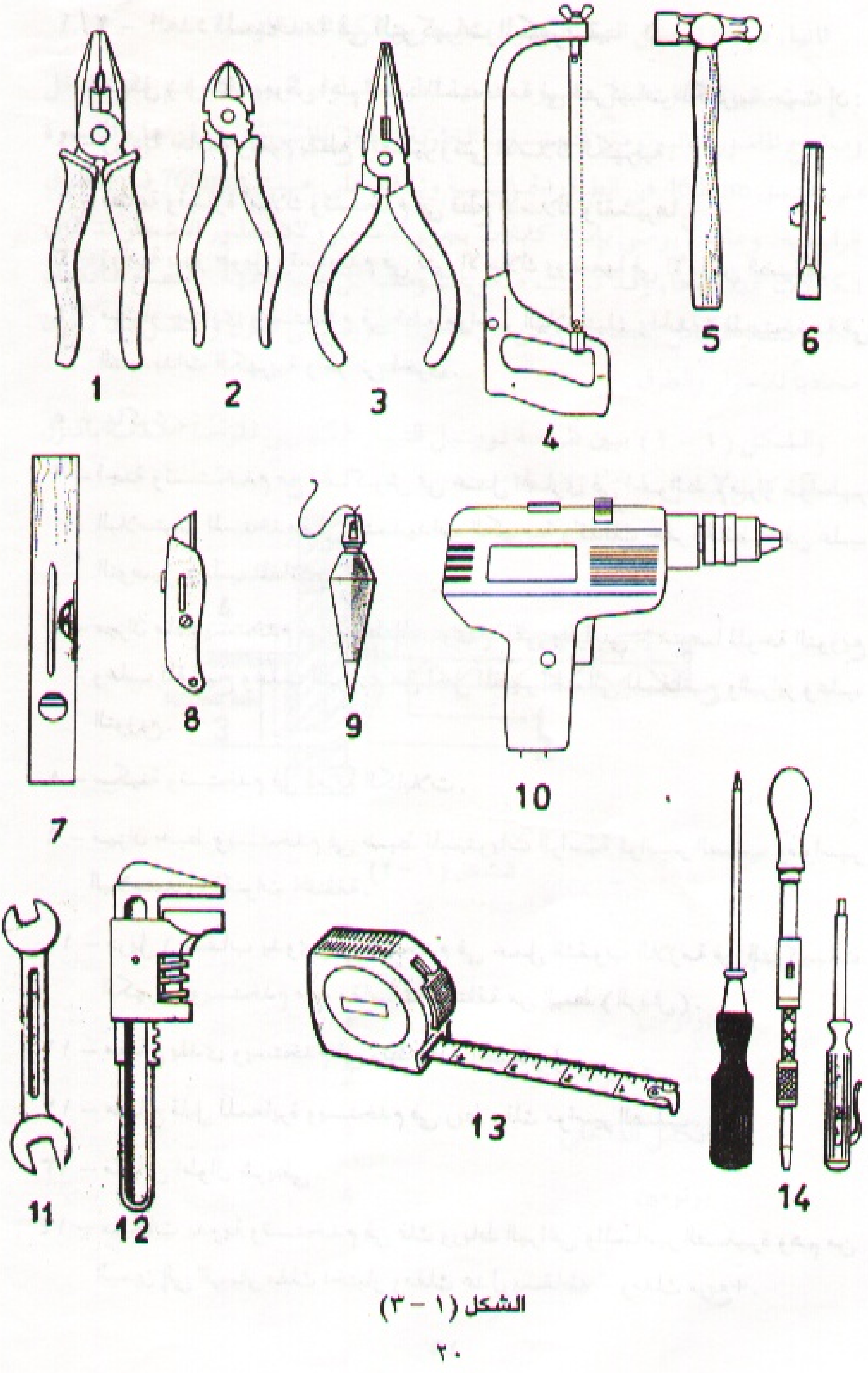
١٠ – دريل (مثقاب يدوى) ويستخدم فى عمل الثقوب اللازمة فى التركيبات الكهربية ويستخدم معه مقاسات مختلفة من البنط (الريش) .

١١ – مفتاح بلدى ويستخدم فى ربط وفك الصواويل .

١٢ – مفتاح قابل للمعايرة ويستخدم فى ربط وفك مواسير الصلب .

١٣ – مقياس أطوال شريطى .

١٤ – مفكات يدوية وتستخدم فى فك ورباط البراغى والمسامير الصغيرة وهم من اليمين إلى اليسار مفك اختبار ومفك عدل بسقاطه – ومفك مربع+ .

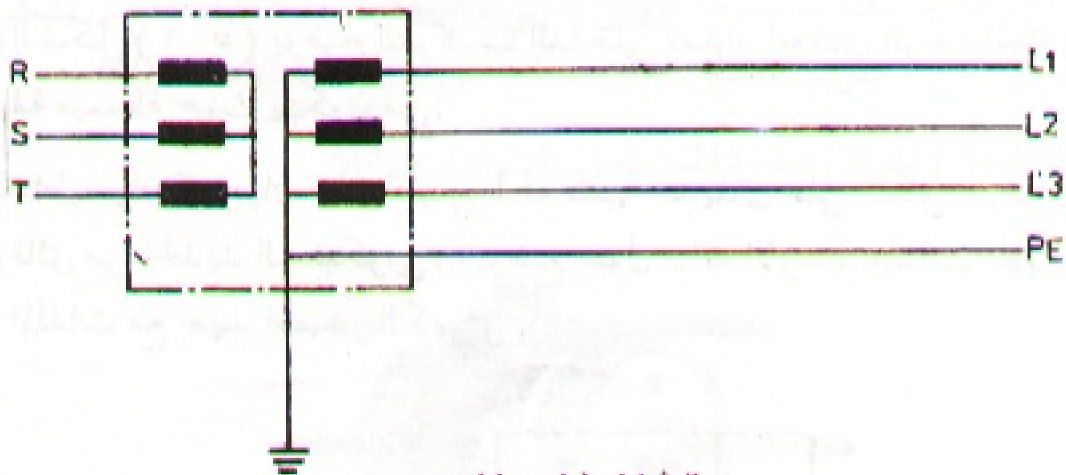


الشكل (١ – ٣)

١ / ٣ - توزيع التيار الكهربى فى الأحياء السكنية :

عادة يتم توزيع التيار الكهربى فى الأحياء السكنية بنظام الأوجة الثلاثة والأسلاك الأربعة، ويتكون من الأوجة L1,L2,L3، وخط التعادل والوقاية PEN وهو يمثل خط التعادل وخط الوقاية مندمجين معاً. وهناك جهدان لنظام التوزيع الأول 380/220V والثانى 220/127V.

والشكل (١-٤) يعرض نظام التوزيع المستخدم فى الأحياء السكنية.



الشكل (١ - ٤)

فعندما يكون جهد نظام التوزيع 380/220V يعنى هذا أن جهد الخط (فرق الجهد بين وجهين) يساوى 380V. فى حين أن جهد الوجه (فرق الجهد بين وجه وخط PEN) يساوى 220V. وعندما يكون جهد نظام التوزيع 220/127V يعنى هذا أن جهد الخط يساوى 220V فى حين أن جهد الوجه يساوى 127V. والمعادلة 1.1 تعطى العلاقة بين جهد الخط U وجهد الوجه Uo

$$U=\sqrt{3}\ Uo \rightarrow 1.1$$

ويجب الا يزيد الانخفاض فى الجهد عند أبعد حمل عن محولات التوزيع بالأحياء السكنية عن 5% من الجهد المقنن للحمل، فإذا كان الجهد المقنن لحمل أحادى الوجه 220V فإن أقل جهد مسموح به عند هذا الحمل يساوى 209V.

١ / ٤ – عدادات قياس الكيلو وات ساعة :

تستخدم عدادات Kwh (كيلو وات ساعة) لقياس الطاقة الفعالة المستهلكة عند الأحمال ويوجد عدة أنواع من هذه العدادات حسب عدد الأوجه وعدد الأسلاك وهى كما يلى :

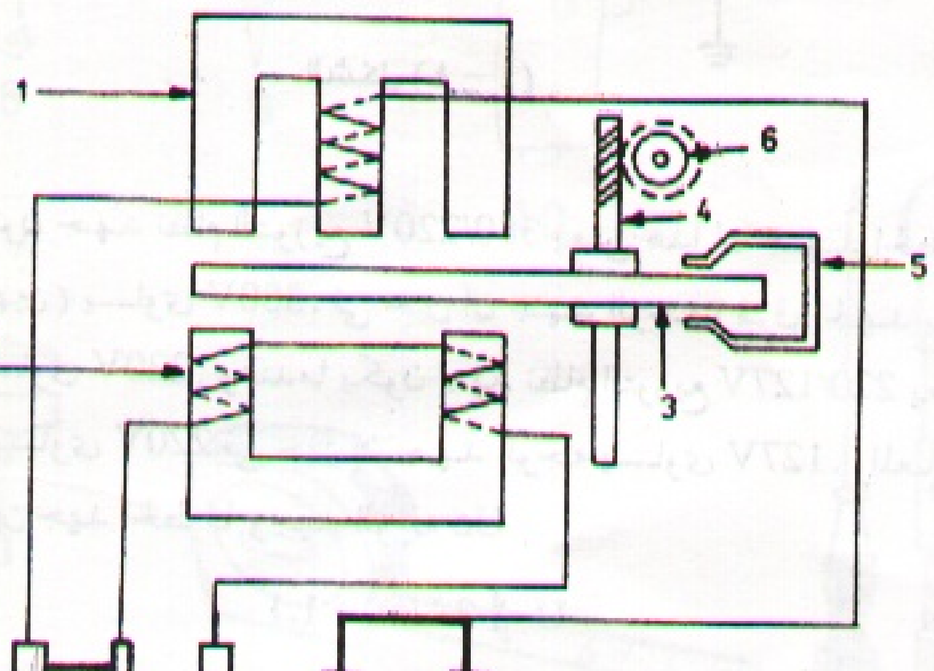
١ – عداد وجه واحد .

٢ – عداد ثلاثى الوجه بثلاثة موصلات .

٣ – عداد ثلاثى الوجه بأربعة موصلات .

والشكل (١–٥) يوضح التركيب الداخلى لعداد أحادى الوجه أحادى القطب بطريقة مبسطة حيث يتكون من :

مغناطيسيان كهربيان فالمغناطيس 1 له قلب حديدى على شكل حرف E مصنوع من رقائق من الحديد السليكونى، ويوضع حول ساقه الأوسط ملفات الجهد، وتوصل هذه الملفات مع جهد المصدر الكهربى .

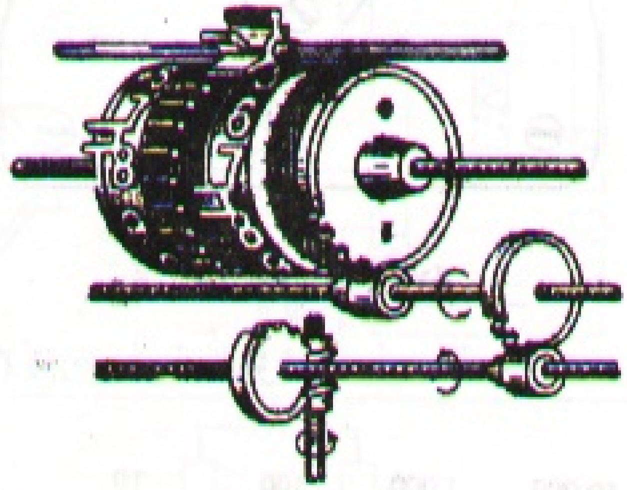


الشكل (١ – ٥)

والمغناطيس 2 له قلب على هيئة حرف U ويصنع من رقائق الحديد السليكونى، ويوضع حوله ملفات التيار، ويمر فيه تيار الحمل ويوضع بين المغناطيسين الكهربين

قرص من الألومنيوم 3 يدور حول محور رأسى 4، موضوع بين كراسى تحميل، ويدور هذا القرص داخل مغناطيس فرملى 5 على شكل حرف U، وعند مرور تيار كهربى فى ملف التيار وتوصيل ملف الجهد مع جهد المصدر يتولد مجالين مغناطيسين فى الثغرة الهوائية الموجودة بين المغناطيسين الكهربين، فيتولد فى قرص الألومنيوم تيارات دوامية تتناسب مع شدة المجالين الكهربيين وتتولد قوتان تعملان على دوران القرص، أحدهما ناتجة من التيار الدوامي الناتج من مجال ملف الجهد مع مجال ملف التيار، والثانية ناتجة من التيار الدوامي الناتج من ملف التيار مع مجال ملف الجهد وهما متساويتان. فيدور القرص بسرعة تعتمد على القدرة اللحظية المستهلكة فى الحمل، وتنتقل هذه الحركة بواسطة مجموعة تروس 6 إلى مسجل قراءة العداد والذى يتكون عادة من ست أو سبع اسطوانات مدون على سطح كلٍ منها أحد الأعداد 0:9

والشكل (١–٦) يعرض صورة للمسجل ذات الاسطوانات .

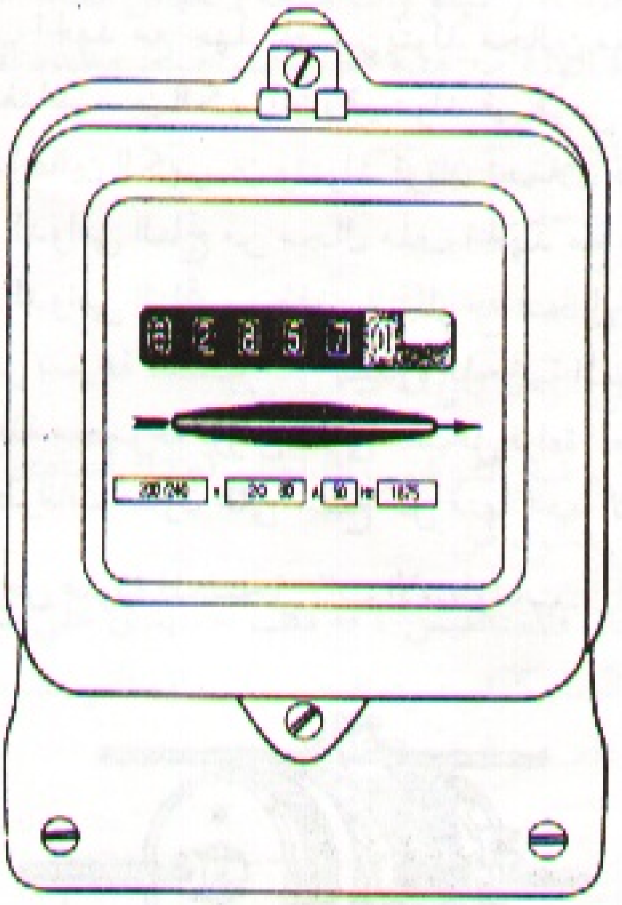


الشكل (١ – ٦)

أما الشكل (١–٧) فيعرض صورة لعداد كهربى أحادى الوجه، ويلاحظ أن جهد تشغيله 200/240V، أما تياره فهو 20A ويمكن للعداد أن يتحمل حملاً زائداً لفترة زمنية صغيرة يصل إلى 80A، ويعمل هذا العدد عند تردد 50HZ، ورقم إنتاجه 1875. ويلاحظ أن قراءته (62857 KW) .

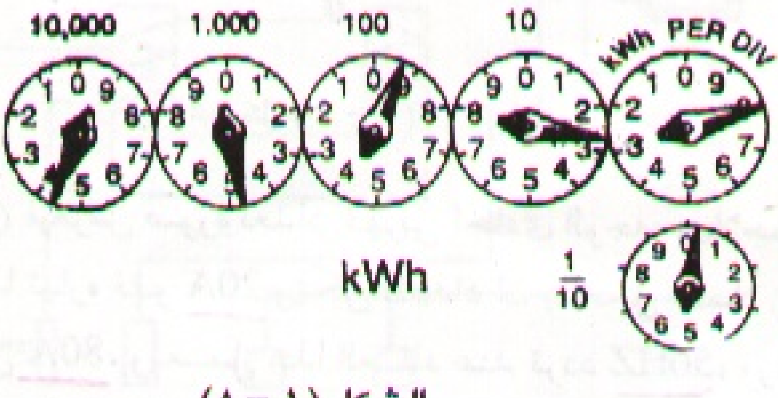
والجدير بالذكر أنه يوجد عدادات تحتوى على خمسة أو ستة مؤشرات، وتدور هذه المؤشرات على تدريجات مستديرة كلٌ منها مقسم إلى عشرة أقسام متساوية، ويوضع بجوار كل تدريج قيمة المضاعف. ويعاب على هذا النوع من العدادات

صعوبة قراءتها، إذ تؤخذ قراءة كل تدريج على حدة مما ينجم عن ذلك الكثير من الأخطاء.



الشكل (١ – ٧)

والشكل (١–٨) يعرض نموذجاً لمؤشرات أحد العدادات.

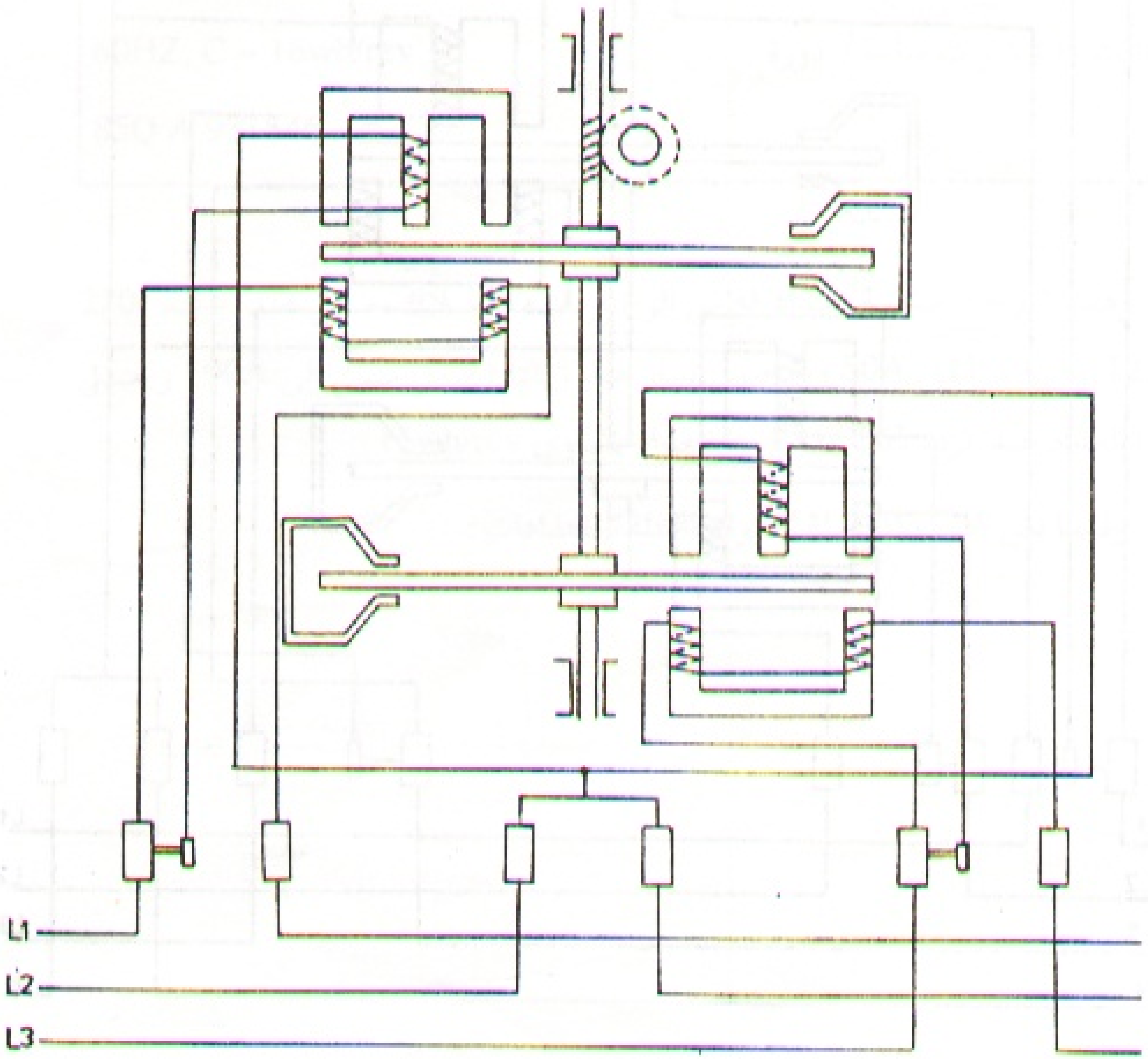


الشكل (١ – ٨)

حيث إن قراءة هذا العداد تساوي:

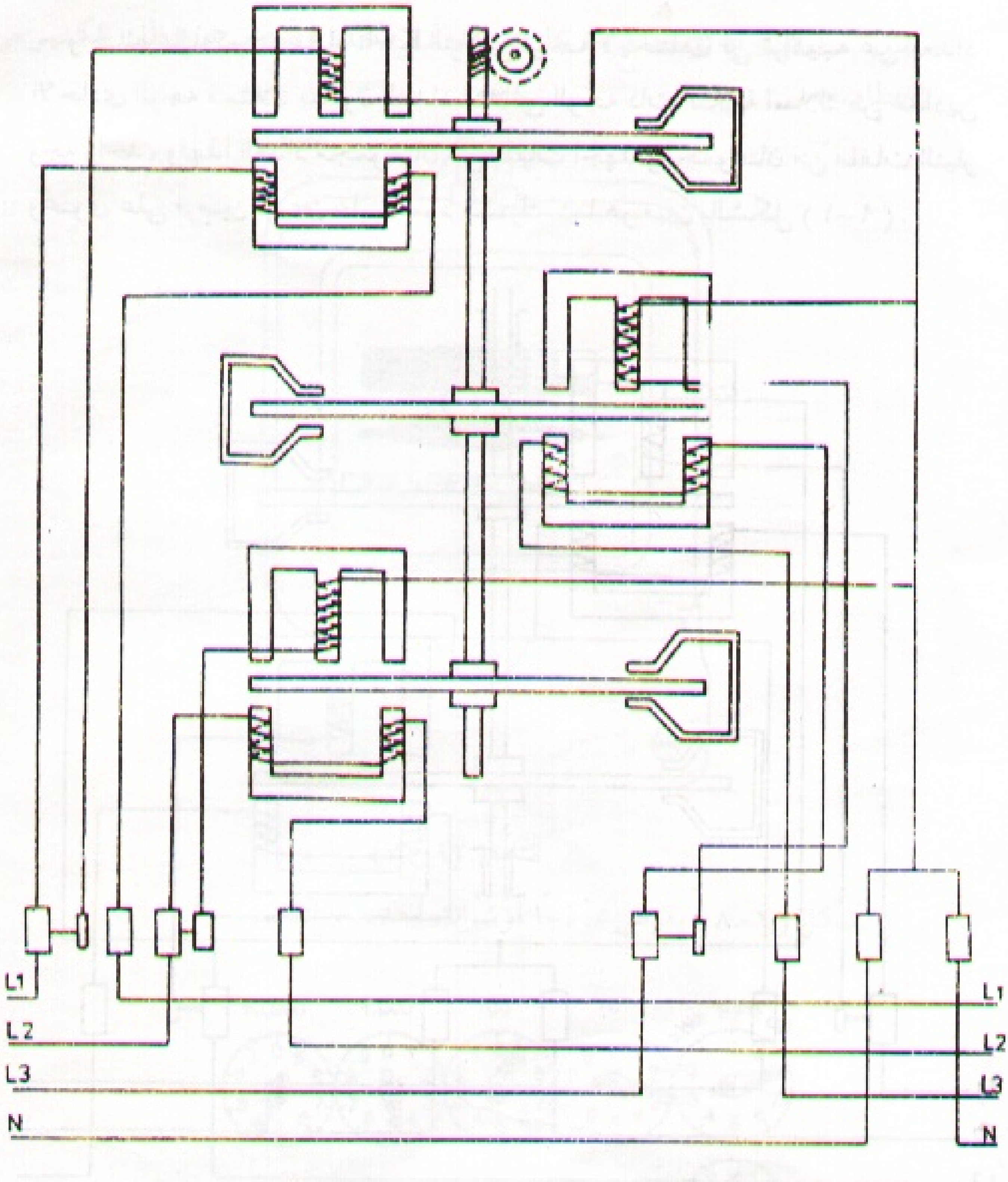
= 4.4 x 10000 + 4.8 x 1000 + 9.3 x 100 + 2.7 x 10 + 8 x 1+ 9.8 x 5.1 = 49765.98 KW

والجدير بالذكر أن عداد Kwh الثلاثي الوجه لايختلف في تركيبه عن العداد الأحادي الوجه فمثلاً: يتكون العداد الثلاثي الوجه ذات الثلاثة أسلاك من عدادين وجه واحد، ولهذا العداد مجموعتان من ملفات الجهد ومجموعتان من ملفات التيار وتحتوي على قرصين مثبتين على عمود مشترك كما هو مبين بالشكل (١-٩).



الشكل (١ - ٩)

أما عداد Kwh الثلاثي الوجه ذات الأربعة أسلاك فيتكون من ثلاثة عدادات أحادية الوجه، ولهذا العداد ثلاث مجموعات للجهد وثلاث مجموعات للتيار تؤثر على الأقراص الثلاثة المثبتة على عمود واحد كما هو مبين بالشكل (١-١٠).



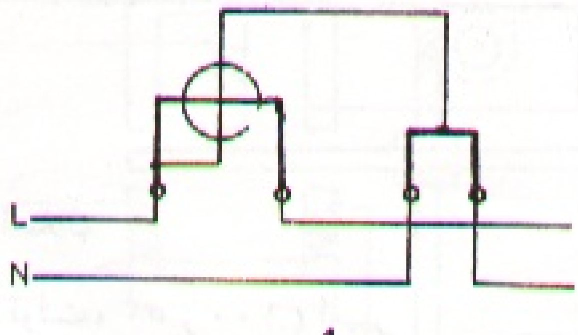
الشكل (١ – ١٠)

وفيما يلي لوحة البيانات لأحد العدادات الثلاثية الوجه ذات الأربعة أسلاك :

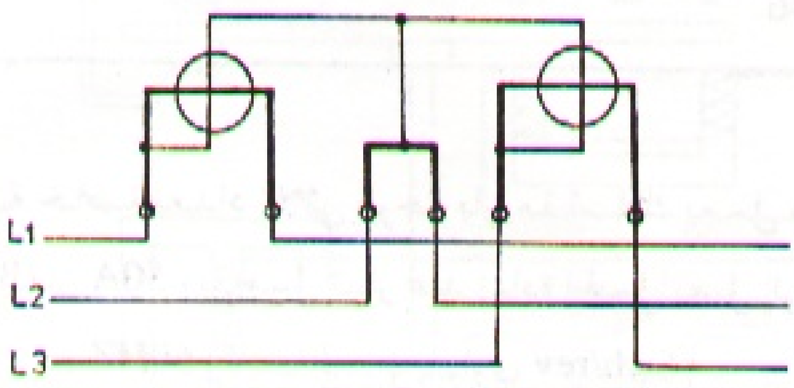
Enertec	
Schlumberger	
3ph,4w	٣ أوجه و ٤ أسلاك
50 (100) A, 127/220V	١٢٧ / ٢٢٠ ڤولت، ٥٠ (١٠٠) أمبير
60HZ, C = 16wh/rev	ثابت = ١٦ وات ساعة / دورة
85Q A 931546	

وهذه اللوحة خاصة بعداد ثلاثى الوجه بأربعة أسلاك يعمل عند جهد /220 127V، وتياره المقنن 50A ويتحمل تيار عند زيادة الحمل يصل إلى 100A ويعمل هذا العداد عند تردد 60HZ وثابت العداد يساوى 16wh/rev .

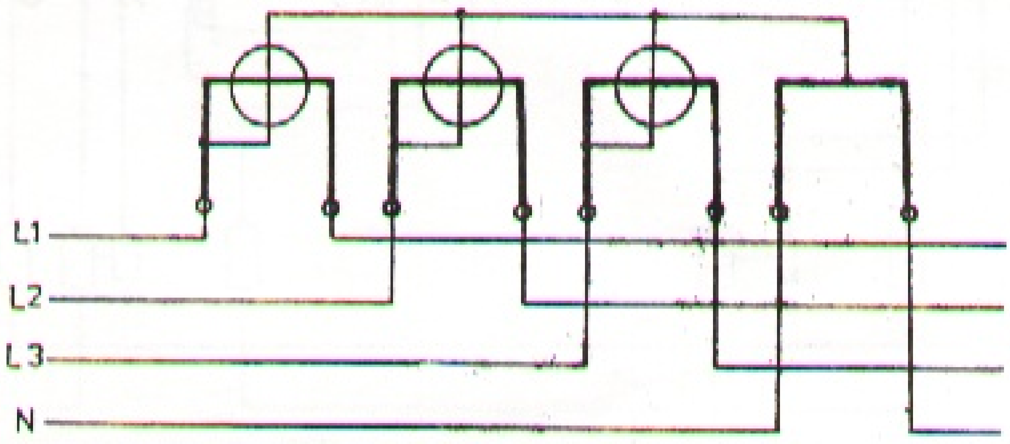
وفيما يلى الرموز المفصلة للأنواع المختلفة للعدادات :



1



2



3

فالرمز 1 لعداد أحادى الوجه قطب واحد

والرمز 2 لعداد ثلاثى الوجه بثلاثة أسلاك

والرمز 3 لعداد ثلاثى الوجه بأربعة أسلاك

١ / ٥ - التأريض الوقائى Protection earthing

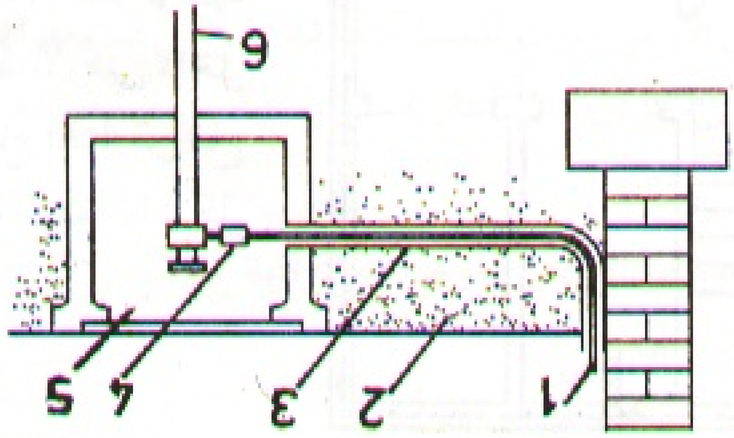
التأريض الوقائى هو توصيل جسم غير موصل للتيار الكهربى مثل هياكل الأجهزة الكهربية بالأرضى، والغرض من التأريض الوقائى هو حماية الأشخاص من الصدمة الكهربية عند ملامسة هياكل الاجهزة الكهربية المعدنية أثناء حدوث تلف داخلى فى عزلها ويتكون نظام التأريض الوقائى من:

- قطب أرضى - موصل أرضى - موصل وقاية - وصلات.

١ / ٥ / ١ - قطب الأرضى

يوجد عدة أشكال لقطب الأرض وهى كما يلى:

١ - عمود مغروس فى التربة حيث يستخدم عمود من النحاس قطره 15mm أو 20mm، وطوله حوالى 2.5 . أو يستخدم عمود من الصلب المطلى بالنحاس قطره 15mm، وسمك طبقة النحاس 2.5mm . وعادة يكون رأس العمود مدبب لسهولة غرسه بالأرض، وتوضع نقطة اتصال موصل الأرضى مع العمود فى غرفة تفتيش. والشكل (١-١١) يبين عمود أرضى مغروس فى التربة؛ علماً بأنه ينصح باستخدام الاعمدة الأرضية مع المبانى الموجودة فى الأماكن الريفية لاتساع الأرض الخالية أمام المبانى.

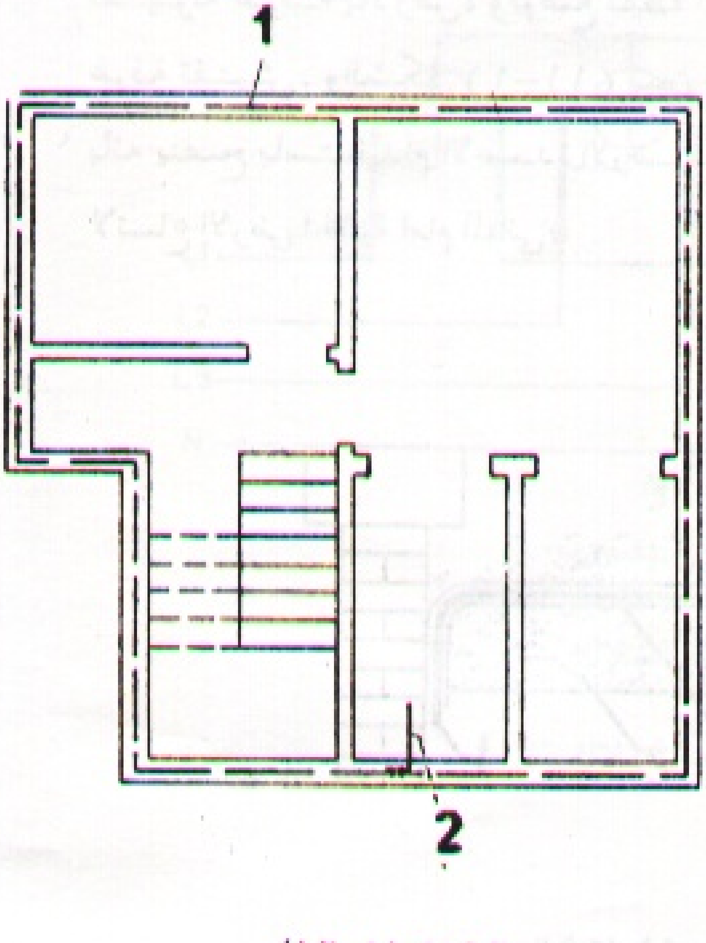


الشكل (١-١١)

حيث إن :

الموصل الأرضى	1
الخرسانة	2
ماسورة بلاستيك	3
علبة توصيل	4
غرفة تفتيش	5
القطب الأرضى	6

٢ – قطب مدفون فى خرسانة أساس المنشأة ويصنع من الصلب المجلفن، أبعاده (30 x 3.5mm) أو (25 x 4mm) أو من حبل من الصلب قطره لايقل عن 10mm، ويدفن شريط الصلب أو حبل الصلب على شكل مسار مغلق فى الأساس على ارتفاع 4cm من القاع وذلك فى المحيط الخارجى لأساس المنشأة كما هو مبين بالشكل (١–١٢).



الشكل (١–١٢)

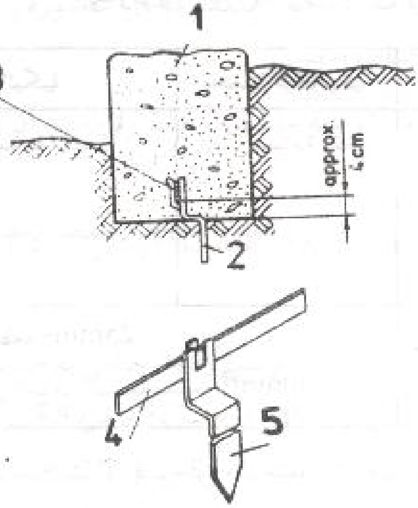
حيث إن :

القطب الأرضى	1
موصل الأرضى	2

وعادة تستخدم ركائز توجيه لتمديد شريط الأرضى داخل الأساس على ارتفاع 4cm من قاع الأساس بالطريقة المبينة بالشكل (١–١٣)

حيث إن :

الخرسانة	1
ركيزة توجيه	2,5
الموصل الارضى	3,4



الشكل (١-١٣)

٣ – استخدام أسياخ حديد المسلح كقطب أرضى. فمن المعلوم أن أسياخ الحديد الموجودة فى أساس المنشأة تكون على شكل شبكة متصلة فيما بينها؛ لذلك يتم توصيل أحد أسياخ الحديد الغليظة مع موصل من النحاس بواسطة قافيز، ويفضل أن يكون هذا الاتصال داخل علبة مغلقة فوق سطح الأرض حتى يسهل الكشف عنها من حين لآخر لأن هذه الوصلة عادة تتعرض للتآكل.

٤ – تثبيت مسمار مسلح فى جدار الدور الأول للمنشأة على ارتفاع لا يزيد على نصف متر من الأرض وذلك للمنشآت القديمة والتى لم يعد لها قطب أرضى من قبل وذلك فى الأماكن التى تمتاز بمستوى مياه جوفية مرتفع مثل منطقة الدلتا بجمهورية مصر العربية.

١ / ٥ / ٢- موصلات الأرضى وموصلات الوقاية

أولا : موصلات الأرضى

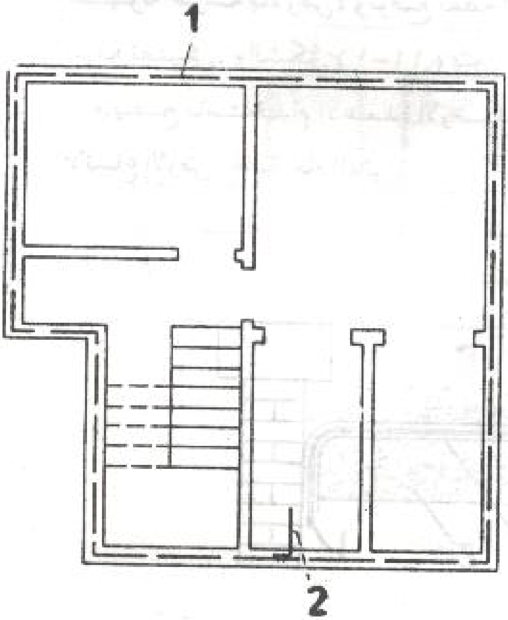
تقوم هذه الموصلات بتوصيل القطب الأرضى بلوحة الدخول للمنشأة.

والجدول (١ – ١) يبين الأبعاد الصغرى لموصل الأرضى والذى يصنع من شريط من النحاس أو الصلب أو حبل من النحاس والصلب.

حيث إن :

الموصل الأرضى	1
الخرسانة	2
ماسورة بلاستيك	3
علبة توصيل	4
غرفة تفتيش	5
القطب الأرضى	6

٢ - قطب مدفون فى خرسانة أساس المنشأة ويصنع من الصلب المجلفن، أبعاده (30 x 3.5mm) أو (25 x 4mm) أو من حبل من الصلب قطره لايقل عن 10mm، ويدفن شريط الصلب أو حبل الصلب على شكل مسار مغلق فى الأساس على ارتفاع 4cm من القاع وذلك فى المحيط الخارجى لأساس المنشأة كما هو مبين بالشكل (١-١٢).



الشكل (١-١٢)

حيث إن :

القطب الأرضى	1
موصل الأرضى	2

وعادة تستخدم ركائز توجيه لتمديد شريط الأرضى داخل الأساس على ارتفاع 4cm من قاع الأساس بالطريقة المبينة بالشكل (١-١٣)

حيث إن :

الخرسانة	1
ركيزة توجيه	2,5
الموصل الأرضى	3,4

الجدول (١-١)

بدون حماية ميكانيكية	بحماية ميكانيكية	موصلات الأرضى
– شريط أو حبل من النحاس مساحة مقطعة 16mm² – شريط أو حبل من الصلب مساحة مقطعة 16mm²	نفس مساحة مقطع خط الوقاية	بحماية ضد الصدأ أو التآكل بواسطة غلاف واقى
– شريط من النحاس مساحة مقطعة 25mm² – شريط من الصلب المجلفن على الساخن مساحة مقطعة 50mm²		بدون حماية ضد الصدأ والتآكل

وينصح عادة بإمرار موصلات الأرضى فى مواسير بلاستيكية داخل الأرض، وكذلك ينصح باستخدام وصلة ثنائية المعدن عند وصل موصل الأرضى مع قطب الأرضى حتى تكون هى أسرع جزء يحدث له تحلل كهربى وليس القطب الأرضى ولا الموصل الأرضى، وتوضع هذه الوصلات داخل غرفة تفتيش حتى يسهل الوصول إليها وتغييرها إذا لزم الأمر (ارجع للشكل ١-١٣).

ثانيا : موصلات الوقاية (PE) :

وهى تكون معزولة بلون أصفر أخضر، أو تكون موصلات من النحاس العارى.

والجدول (١-٢) يبين مساحة مقطع موصلات الوقاية بدلالة مساحة مقطع الأوجه، فإذا كان موصل الوقاية يستخدم لعدة دوائر تستخدم أكبر مساحة مقطع خاصة بأوجه هذه الدوائر لتعيين مساحة مقطع موصل الوقاية.

جدول (١-٢)

مساحة مقطع الأوجه	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	90	120	150
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزولة mm²	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70

علماً بأن موصل الوقاية يستخدم فى توصيل جميع هياكل الأجهزة والمعدات الموجودة بالمنزل بقضيب الأرضى الموجود بلوحة التوزيع للمنزل. وفيما يلى بعض التوصيات عند استخدام موصل الوقاية وهى كما يلى:

– تيار الفصل التقليدى I_F وهو التيار الذى يحدث انصهار لعنصر المصهر فى زمن أقل من خمس ثوانى (5S).

– معامل الانصهار ويساوى النسبة بين تيار الفصل التقليدى I_F والتيار المقنن للمصهر In.

ويمكن تقسيم المصهرات بصفة عامة إلى:

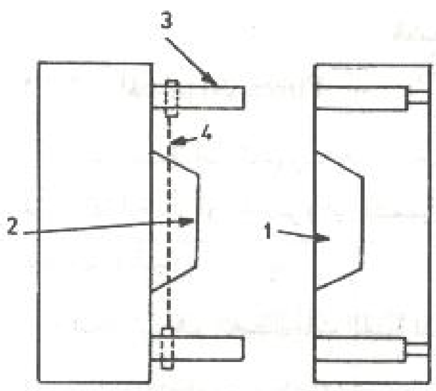
١ – مصهرات يعاد تشعيرها 1

٢ – مصهرات خرطوشية 2

١ / ٦ / ١ – المصهرات التي يعاد تشعيرها

وهذه المصهرات كانت تستخدم في الماضى بكثرة ومازالت تستخدم إلى الآن ببعض المنازل، حيث يوضع سلك رفيع بين طرفى تلامس المصهر فإذا انصهر هذا السلك يستبدل بآخر. ويتراوح معامل انصهار المصهرات التي يعاد تشعيرها حوالى 2 فإذا كان التيار المقنن للمصهر 32A، فإن تيار الانصهار للمصهر (تيار الفصل التقليدى) يساوى 60A تقريباً.

والشكل (١–١٥) يعرض قطاعاً لمصهر يعاد تشعيره ويتكون من قاعدة (أ) وجسم المصهر (ب).



حيث إن:

تجويف بقاعدة المصهر الخزفية 1

بروز خزفى بجسم المصهر الخزفى 2

نقط تلامس المصهر 3

عنصر الانصهار (السلك الرفيع) 4

الشكل (١–١٥)

والجدول (١–٣) يبين أقطار أسلاك النحاس المستخدمة فى تشعير المصهرات التى يعاد تشعيرها تبعاً للتيار المقنن للحمل.

الجدول (١-٣)

التيار المقنن (A)	3	5	10	15	20	25	30	45	60	80	100
قطر سلك النحاس mm	0.15	0.2	0.35	0.5	0.6	0.75	0.85	1.25	1.53	1.8	2

وتمتاز المصهرات التى يعاد تشغيرها برخصها وسهولة استبدال عنصر انصهارها بدون أى تكلفة ولكن يعاب عليها ما يلى :

١ – لاتوفر للدائرة الحماية المطلوبة إذا استبدل عنصر انصهارها بآخر أغلظ .

٢ – عنصر الانصهار قد يؤدى إلى تلف المصهر بأكمله عند قطعه نتيجة للشرارة الكهربية التى تحدث .

٣ – زمن انصهار عنصر الانصهار كبير وهذا قد يضر ببعض الأجهزة الحساسة .

٤ – خواصها الكهربية قد تتغير نتيجة لأن عناصر انصهارها معرضة للعوامل الجوية مما يؤدى إلى تعرض عناصر انصهارها للأكسدة .

١ / ٦ / ٢ – المصهرات الخرطوشية

عنصر انصهار هذه المصهرات يكون داخل أنبوبة من السيراميك أو الزجاج وتملأ هذه الأنبوبة عادة بمادة مانعة للحريق أو الشرارة مثل الكوارتز.

ويوصل عنصر الانصهار بنقطتين توصيل معدنيتين على أطراف هذه الأنبوبة. والشكل (١-١٦) يعرض قطاعًا فى مصهر خرطوشى بسيط .

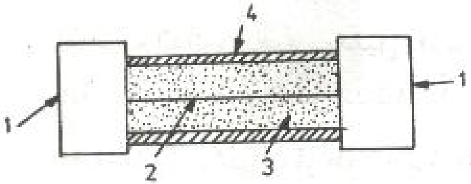
حيث إن :

1 طرف توصيل معدنى

2 عنصر الانصهار (سلك رفيع)

3 مادة إطفاء شرارة (كوارتز)

4 أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك



الشكل (١-١٦)

وتستخدم المصهرات الخرطوشية فى حماية الأجهزة الكهربية والالكترونية ومآخذ التيار ويكون معامل انصارها حوالى 1.5، فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30A، فإن تيار انصهاره يكون 45A تقريباً.

وفيما يلى أهم مميزات المصهر الخرطوشي:

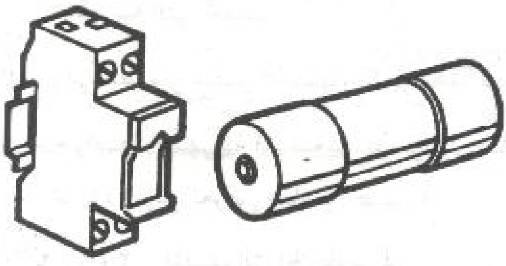
١ – يحدث إخماد للقوس الكهربى الناتج عن عملية انصهار المصهر.

٢ – زمن انصهار عنصر انصهاره صغير.

٣ – له خواص ثابتة لأن عنصر انصهاره غير متعرض للأكسدة.

ويعاب على المصهر الخرطوشى ارتفاع سعره، كما أنه يحتاج لاستبداله عند انصهار عنصر انصهاره.

والشكل (١–١٧) يعرض صورة لمصهر خرطوشى (الشكل أ) وصورة لحامل مصهر خرطوشى من إنتاج شركة Legrand الفرنسية (الشكل ب).



الشكل (١–١٧)

١ / ٧ – قواطع الدائرة المصغرة MCB'S

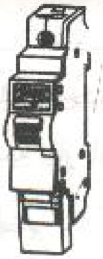
وتستخدم قواطع الدائرة المصغرة MCB'S فى وصل وفصل الدوائر الكهربية سواء فى الأحوال العادية أو فى حالات الخطأ. والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بتوصيل وقطع الدائرة عند حالات التشغيل العادية وذلك يدوياً.

أما قاطع الدائرة فيقوم بتوصيل وفصل الدائرة يدوياً وذلك عند حالات التشغيل العادية، وكذلك يقوم بفصل الدائرة آلياً عند حالات الخطأ.

وفيما يلى أهم مميزات قواطع الدائرة المصغرة:

١ – زمن الفصل لها قصير جداً عند حدوث قصر بالدائرة.

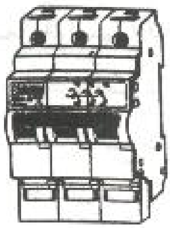
٢ – يمكن إعادتها للعمل بسهولة بعد إزالة أسباب الخطأ.



٣ – يمكن استخدامها كمفتاح رئيسى للدائرة.

٤ – يمكن فصلها وتشغيلها تحت الحمل بدون خوف من حدوث شرارة.

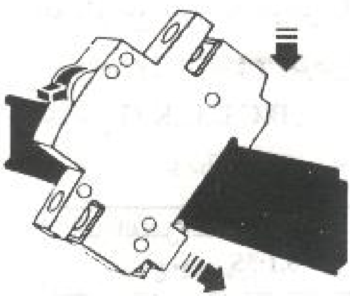
والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة تصنع بعدد مختلف من الأقطاب مثل:



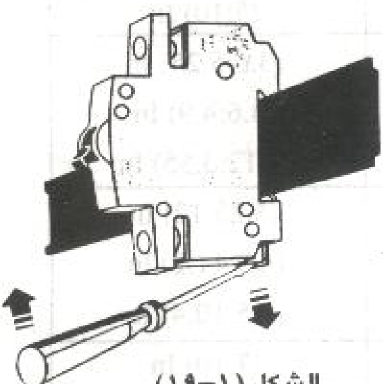
- قاطع بقطب واحد 1Pole
- قاطع قطبين 2Pole
- قاطع ثلاثة أقطاب 3Pole
- قاطع أربعة أقطاب 4Pole

الشكل (١–١٨)

والشكل (١–١٨) يعرض نموذجًا لقاطع قطب واحد (الشكل أ)، ونموذجًا لقاطع ثلاثة أقطاب (الشكل ب)



أما الشكل (١–١٩) فيبين طريقة تثبيت قاطع دائرة قطب واحد على قضيب أوميجا (الشكل أ)، وكذلك طريقة نزع قاطع دائرة قطب واحد من على قضيب أوميجا (الشكل ب).



الشكل (١–١٩)

وتستخدم عدة مصطلحات فنية مع قواطع الدائرة المصغرة وهى كما يلى:

١ – التيار المقنن In وهو التيار الذى يمر فى القاطع بدون إحداث فصل للقاطع.

٢ – تيار الفصل اللحظى Im هو أقل تيار يعمل على فصل القاطع فى زمن يتراوح ما بين (0.2:5S) وتعتمد قيمة هذا التيار على نوع خواص القاطع.

٣ – تيار الفصل البطئ It وهو التيار الذى يحدث فصل للقاطع فى زمن أقل من ساعة واحدة 1hr ويساوى عادة (1.45In).

٤ – سعة تيار القصر وهو أقصى تيار يمكن مروره فى القاطع لحظة القصر.

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة يتوفر منها عدة أنواع تختلف فيما بينها فى الخواص الكهربية (خواص الزمن والتيار) ويمكن تقسيم قواطع الدائرة المصغرة تبعاً لخواصها الخاضعة للمواصفات العالمية IEC إلى :

١ – قواطع دائرة لها خواص B (حديثة) وتقابل خواص L (قديمة).

٢ – قواطع دائرة لها خواص C (حديثة) وتقابل خواص U (قديمة).

٣ – قواطع دائرة لها خواص D (حديثة).

والجدير بالذكر أن الشركات العالمية المنتجة لقواطع الدائرة المصغرة تنتج أنواع أخرى من الخواص مثل : G,K.

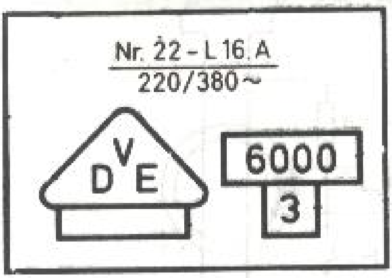
علماً بأن القواطع التى لها خواص L,B تستخدم فى حماية الموصلات والكابلات، أما القواطع التى لها خواص G,K,U,C تستخدم لحماية المحركات الكهربية.

والجدول (١–٤) يعرض أهم المواصفات الفنية لقواطع الدائرة المصغرة التى لها خواص B,C,L,U,K,G.

الجدول (١–٤)

الخواص	التيار المقنن A	تيار الفصل البطئ فى زمن أصغر من ساعة	تيار الفصل اللحظى فى زمن يتراوح ما بين 0.1:5S
B	6:63	1.45 In	(3:5) In
C	6:63	1.45 In	(5:10) In
L	6:10	1.9 In	(3.6:5.25) In
	16:25	1.75 In	(3.6:4.9) In
	32:63	1.6 In	(3.12:3.55) In
U	0.5:10	1.9 In	(5.25:12) In
	12:15	1.75 In	(4.9:11.2) In
	32:63	1.6 In	(4.5:10.4) In
K	6:63	1.25 In	(7:10) In
G	0.5:63	1.35 In	(7:10) In

والشكل (١-٢٠) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية حيث إن :



الشكل (١-٢٠)

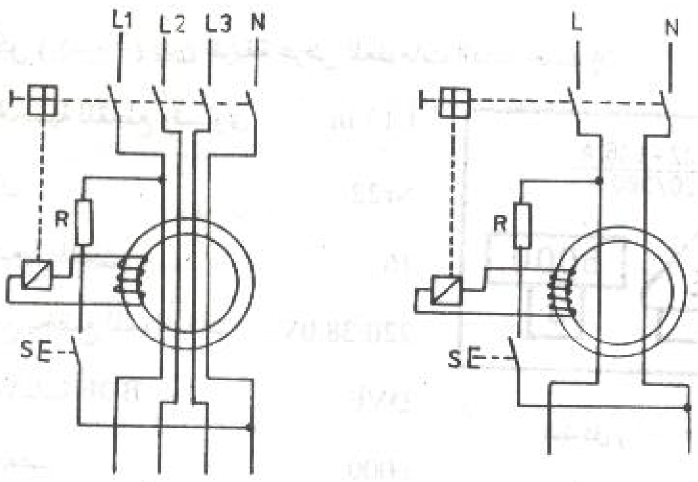
القيمة الحجمية للقاطع وتساوى	1.13 In
التيار المقنن	Nr22
جهد التشغيل المقنن	16
هذا القاطع يخضع للمواصفات	220/38 0V~
القياسية الألمانية BDE	DVE
سعة تيارالقصر	6000
قسم تحديد التيار للقاطع	3

وقسم 3 يعنى أن القاطع يقوم بتحديد القصر بفصله قبل الوصول لقيمته العظمى.

١ / ٨ - قواطع التسرب الأرضى ELCB'S

تستخدم قواطع التسرب الأرضى لفصل الدائرة بمجرد تسرب تيار صغير للأرضى يصل إلى 30mA فى أغلب الأحوال. فمن الممكن أن يكون هذا التسرب ناتجًا عن ملامسة شخص ما لأحد الخطوط الكهربية، وحيث إن هذا التيار قد يسبب إصابة الشخص بالصدمة الكهربية كما أن أجهزة الوقاية من زيادة التيار (المصهرات - القواطع) غير قادرة على فصل الدائرة عند حدوث مثل هذا التسرب؛ لذا كان استخدام قواطع التسرب الأرضى من الأمور اللازمة فى المنشآت السكنية.

والشكل (١-٢١) يعرض التركيب الداخلى لقواطع التسرب الأرضى.



الشكل (١-٢١)

فقاطع التسرب الأرضى ذو القطبين والمبين (بالشكل أ) يتكون من ريشتين متصلتين بموصلين يمران داخل محول تيار صغرى ZVT، ويوصل الملف الثانوى لمحول التيار بريلاى الفصل القاطع. ففى الوضع الطبيعى يتم الضغط على ضاغط تشغيل آلة الوصل S للقاطع فتغلق ريش القاطع ويكون تيار التسرب I_Δ مساويا الفرق بين التيار المار فى الوجه L، والتيار الراجع فى خط التعادل N، وحيث إنهما متساويان لذلك فإن

$$I_\Delta = I_L - I_N = 0$$

وعند تسرب لبعض التيار الراجع E_N بحيث يكون التيار المتسرب I_Δ أكبر من تيار التسرب المقنن للقاطع والتى $I_{\Delta N}$ تساوى 30mA لمعظم قواطع التسرب المستخدمة فى المنازل فى هذه الحالة يفصل قاطع التسرب ريشه حيث إن

$$I_\Delta = I_L - I_N \geq I_{\Delta N}$$

وعادة تزود هذه القواطع بدائرة لاختبار القاطع تتكون من ضاغط T ومقاومة R. فعند الضغط على الضاغط T يمر التيار من الوجه L إلى خط التعادل مرورا بالمقاومة R خارج محول التيار فيحدث فصل للقاطع حيث تختار المقاومة R بحيث تسبب إمرار تيار أكبر من $I_{\Delta N}$ للقاطع. وفى هذه الحالة يكون :

$$I_\Delta = I_L \geq I_{\Delta N}$$

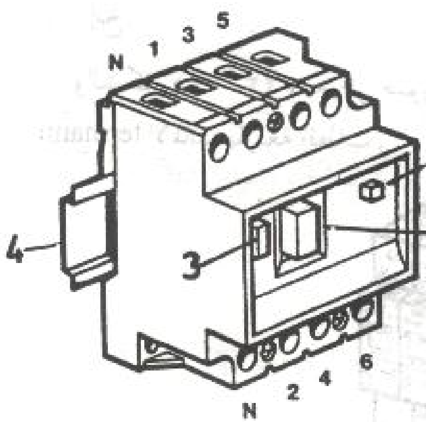
أما قاطع التسرب الأرضى الرباعى الأقطاب والمبين (بالشكل ب) فإنه لايختلف في عمله عن قاطع التسرب الأرضى الثنائى القطب.

ففى الوضع الطبيعى يكون تيار التسرب I_Δ مساوياً

$$I_\Delta = I_{L,} + I_{L2} + E_{L3} + I_N = O$$

وعند حدوث تسرب من أحد الأوجه إلى الأرض بتيار قيمته أكبر من تيار التسرب الأرضى المقنن للقاطع ($I_{\Delta N}$) يحدث فصل لحظى للقاطع.

والشكل (١ – ٢٢) يعرض نموذجاً لقاطع تسرب أرضى رباعى القطب من إنتاج شركة Legrand الفرنسية مثبت على قضيب أوميجا.



الشكل (١-٢٢)

حيث إن :

ضاغط الاختبار	1
ضاغط التشغيل الانضغاطى	2
ضاغط تحرير القاطع	3
قضيب أوميجا	4

وأهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع قواطع التسرب الأرضى ما يلى :

١ – التيار المقنن In :– وهو التيار الذى يصمم القاطع على حمله بدون أى خطورة عليه.

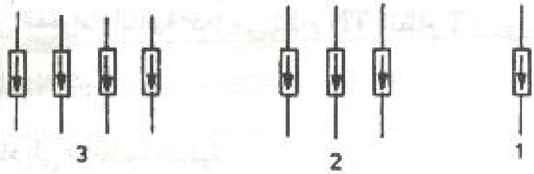
وفيما يلى أهم قيم التيارات القياسية لهذه القواطع بالأمبير:

6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100.

٢ – تيار التسرب المقنن $I_{\Delta N}$: وهو أقل تيار تسرب أرضى يحدث فصل للقاطع.

وفيما يلى أهم قيم تيارات التسرب الأرضى القياسية :

6mA, 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA



١ / ١٠ - الأنظمة المختلفة للتأريض :

حتى يسهل علينا تناول الأنظمة المختلفة للتأريض والمستخدمة فى التركيبات الكهربية سنبدأ بإعطاء مدلول الأحرف المستخدمة مع هذه الأنظمة .

فعادة يرمز لهذه الأنظمة بعدة أحرف .

فالحرف الأيسر يبين العلاقة بين المصدر الكهربى والأرضى وهذا الحرف يكون أحد الحرفين التاليين :

T تعنى أن الحمل مؤرض بأرضى خاص به .

I تعنى أن نقطة النجما لمحول المصدر معزولة .

والحرف الثانى يبين العلاقة بين الحمل والأرضى ويكون أحد الحرفين التاليين :

T تعنى أن الحمل مؤرض بأرضى خاص به .

N تعنى أن نقطة النجما لمحول المصدر معزولة .

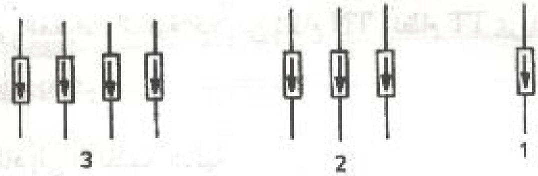
الحرف الثالث والرابع يعطيان دلالة عن مواصفات خط الوقاية PE وخط التعادل N ويكونا أحد الحرفين التاليين .

C تعنى أن خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر مجتمعين معاً فى خط الوقاية والتعادل PEN .

S تعنى وجود خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر الكهربى .

ويوجد ثلاثة أنظمة رئيسية للتأريض مستخدمة فى التركيبات الكهربية وهم كما يلى :

- نظام TN وفيه يكون الحمل مؤرض بأرضى المصدر .
- نظام TT وفيه كلٌ من المصدر والحمل مؤرض بأرضى خاص ومستقل .
- نظام IN وفيه المصدر معزول والحمل مؤرض .



١ / ١٠ - الأنظمة المختلفة للتأريض :

حتى يسهل علينا تناول الأنظمة المختلفة للتأريض والمستخدمة فى التركيبات الكهربية سنبدأ بإعطاء مدلول الأحرف المستخدمة مع هذه الأنظمة .

فعادة يرمز لهذه الأنظمة بعدة أحرف .

فالحرف الأيسر يبين العلاقة بين المصدر الكهربى والأرضى وهذا الحرف يكون أحد الحرفين التاليين :

T تعنى أن الحمل مؤرض بأرضى خاص به .

I تعنى أن نقطة النجما لمحول المصدر معزولة .

والحرف الثانى يبين العلاقة بين الحمل والأرضى ويكون أحد الحرفين التاليين :

T تعنى أن الحمل مؤرض بأرضى خاص به .

N تعنى أن نقطة النجما لمحول المصدر معزولة .

الحرف الثالث والرابع يعطيان دلالة عن مواصفات خط الوقاية PE وخط التعادل N ويكونا أحد الحرفين التاليين .

C تعنى أن خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر مجتمعين معاً فى خط الوقاية والتعادل PEN .

S تعنى وجود خط الوقاية PE وخط التعادل N للمصدر الكهربى .

ويوجد ثلاثة أنظمة رئيسية للتأريض مستخدمة فى التركيبات الكهربية وهم كما يلى :

- نظام TN وفيه يكون الحمل مؤرض بأرضى المصدر .
- نظام TT وفيه كلٌ من المصدر والحمل مؤرض بأرضى خاص ومستقل .
- نظام IN وفيه المصدر معزول والحمل مؤرض .

وسوف نتناول فى الفقرات التالية كلاً من نظام TN ونظام TT بمزيد من التفصيل.

١ / ١٠ / ١ - نظام TN :

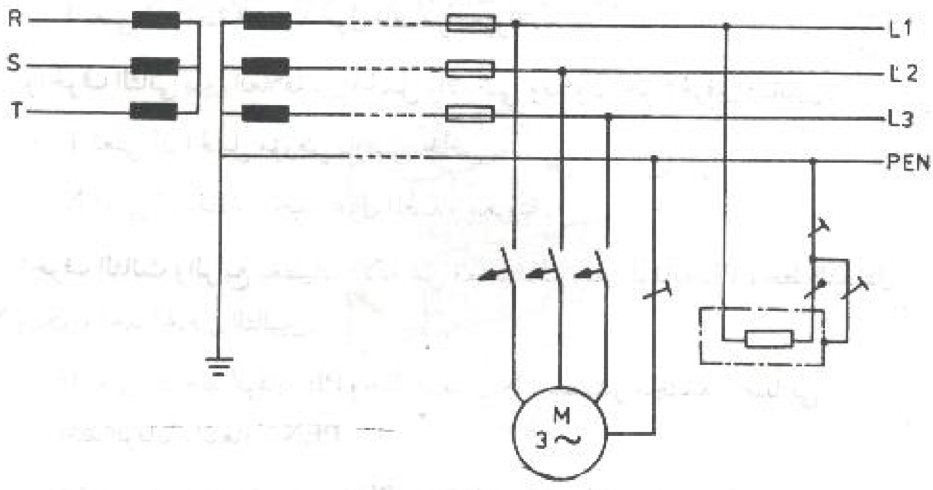
ينقسم هذا النظام إلى الأنظمة التالية :

أ - نظام TN-C

حيث يكون خط التعادل والوقاية مجتمعين معاً فى خط PEN .

والشكل (١-٢٤) يبين نظام TN-C يغذى حملين أحدهما ثلاثى الأوجه وهو عبارة عن محرك كهربى ثلاثى الأوجه، والآخر حمل أحادى الوجه عبارة عن سخان كهربى، ويلاحظ أن المحرك تم تأريضه بتوصيل نقطة التأريض الخاصة به بخط PEN .

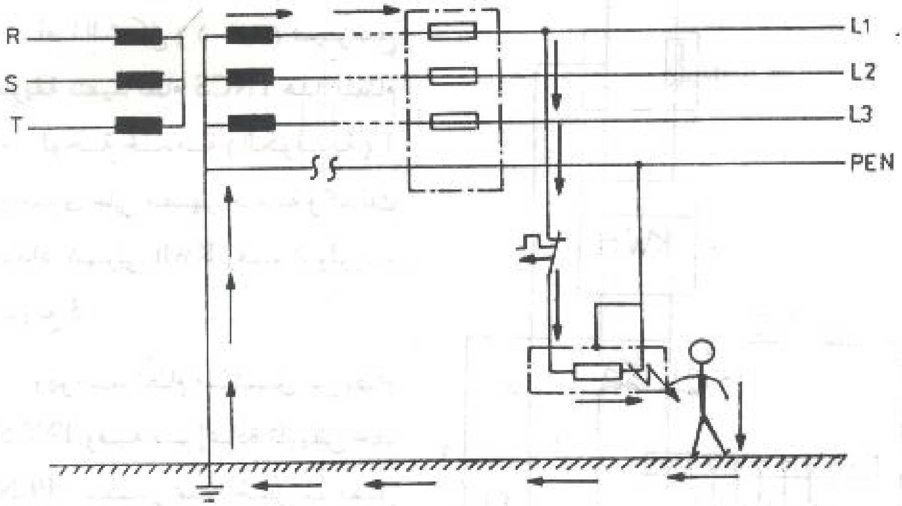
أما الحمل الاحادى الوجه فتم توصيل خط تعادل وأيضاً خط تأريضه بخط PEN.



الشكل (١-٢٤)

والجدير بالذكر أن هذا النظام كان يستخدم فى الماضى فى الدول الأوروبية ولم يعد ينصح باستخدامه والسبب يتضح من الشكل (١-٢٥) .

فعند ملامسة شخص لهيكل جهاز أحادى الوجه مؤرض فى نظام TNC عند انقطاع خط PEN له فإن الشخص سوف يتعرض لصدمة كهربية، حيث سيكون فرق



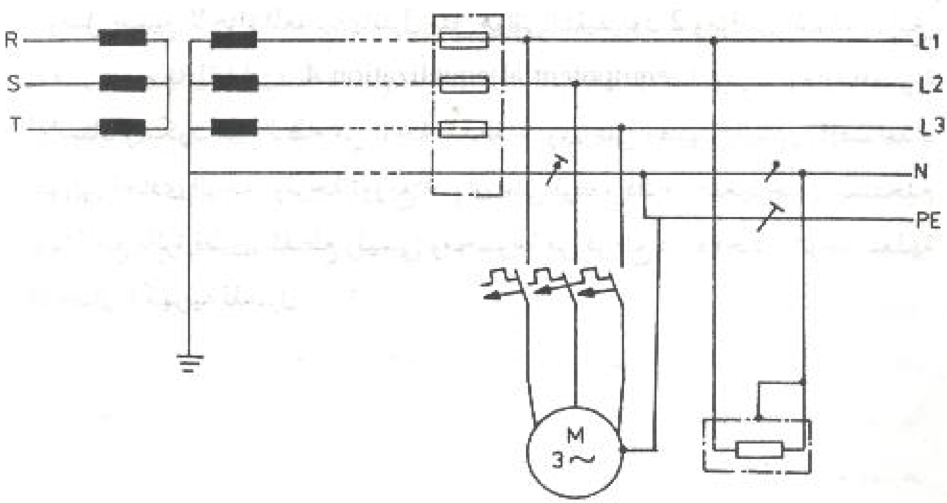
الشكل (١-٢٥)

الجهد بين يد الشخص وقدميه مساوياً لجهد المصدر إذا كان هذا الشخص غير مرتدى لحذاء عازل وغير واقف على أرض عازلة.

ب - نظام TNCS :

عادة يكون المصدر الكهربى الثلاثى الوجه الداخل للمنشآت السكنية عند لوحة الدخول يتكون من أربعة أسلاك وهم: L_1, L_2, L_3, PEN ، وعند لوحة التوزيع يتفرع خط الوقاية والتعادل PEN ليخرج منه خط الوقاية PE وخط التعادل N.

والشكل (١-٢٦) يعرض نموذجاً لنظام TNCS.

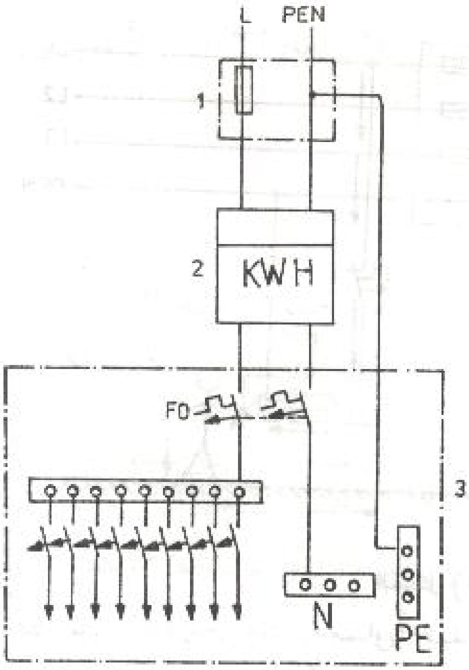


الشكل (١-٢٦)

أما الشكل (١-٢٧) فيوضح طريقة تنفيذ نظام TNCS هذا النظام من لوحة خدمة (الكوفرية) 1 وتحتوى على مصهر حماية وكذلك عداد كهربى Kwh رقم 2 ولوحة توزيع 3.

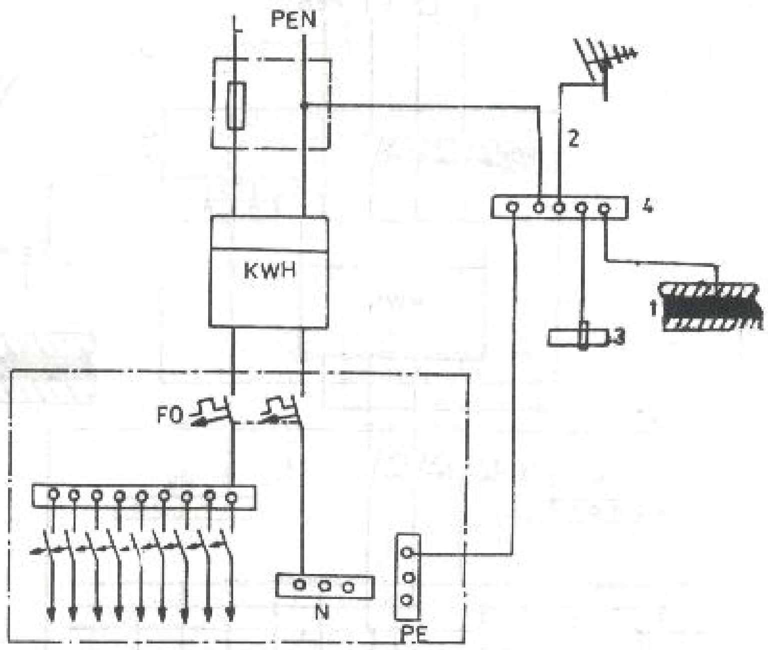
ويوجد نظام مشتق من نظام TNCS وفيه يتم إعادة تأريض خط PEN للمصدر عند الحمل ثم فصل PE عن N بعد ذلك .

وهذا النظام معمول به في بعض الدول العربية مثل: المملكة العربية السعودية.



الشكل (١-٢٧)

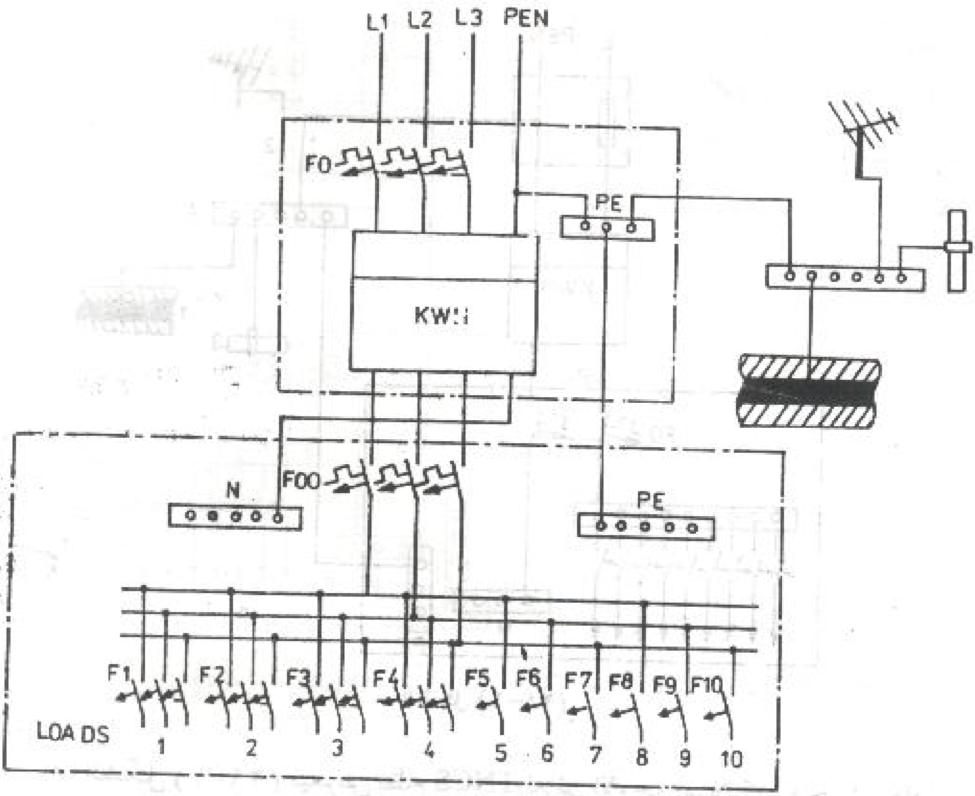
والشكل (١-٢٨) يوضح طريقة تنفيذ نظام TNCS وجه واحد يعاد تأريضه فى المنزل بأرضى المنزل والذى هو عبارة عن شريط من الصلب المجلفن المدفون فى الخرسانة أو ماسورة من الحديد المجلفن قطرها بوصة وطولها zm مثل مواسير الماء 1، وتوصل جميع الأجزاء المعدنية بالمنزل مثل هوائى التليفزيون 2 ومواسير الماء 3 . . إلخ بقضيب معادلة الجهد 4 equipotential equalization، لتوفير الوقاية المطلوبة للإنسان ويتكون هذا النظام من لوحة خدمة تحتوى على مصهر رئيسى وأيضاً عداد كهربى أحادى الوجه، ولوحة توزيع تحتوى على قواطع دائرة مصغرة حيث يستخدم فيها قاطع دائرة قطبين كقاطع رئيسى ومجموعة من قواطع دائرة أحادية الوجه لتغذية الأحمال الكهربية للمنزل.



الشكل (١-٢٨)

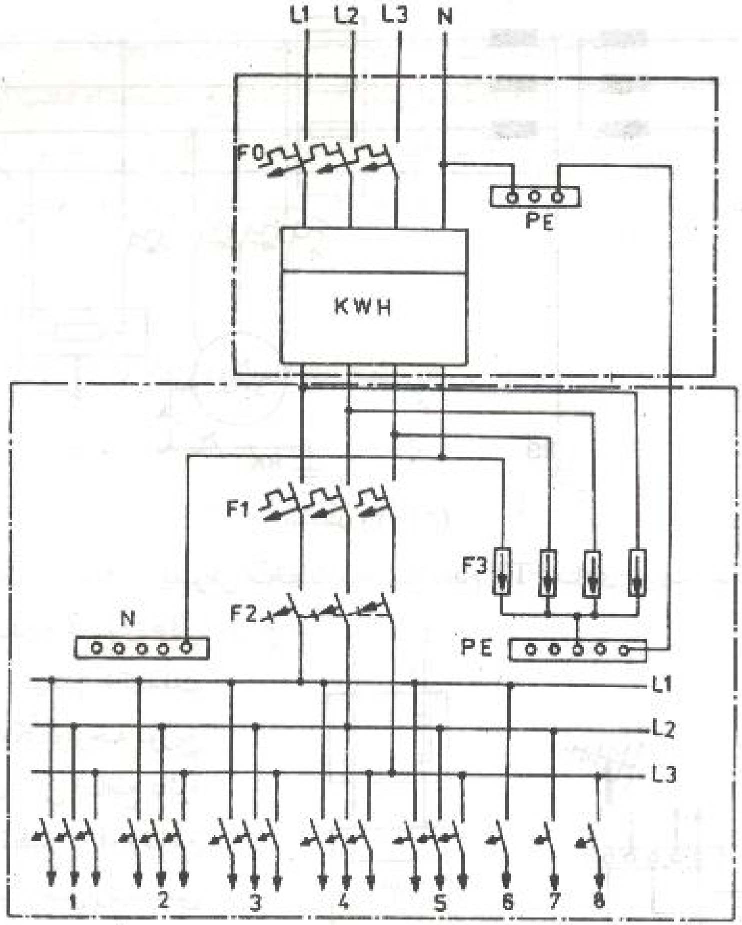
أما الشكل (١-٢٩) فيعرض نظام TNCS ثلاثى الأوجه لفيلا كبيرة حيث يعاد تأريضه فى الفيلا .

ويلاحظ أن لوحة الخدمة تحتوى على قاطع دائرة Fo، وعداد ثلاثى الوجه Kwh ويدخل أربعة أسلاك للوحة الخدمة وهم: $L_1, L_2, L_3,$ PEN ، ويخرج من لوحة الخدمة خمسة أسلاك وهم: $L_1, L_2, L_3,$ PE، ويوصل قضيب PE داخل لوحة الخدمة بأرضى الفيلا والذى يكون إما عمود أرضى أو شريط أرضى من الخرسانة أو أسياخ الحديد المدفونة فى الخرسانة، وفى نفس الوقت يتم توصيل أرضى الفيلا بقضيب معادلة الجهد والذى يثبت عادة أسفل لوحة الخدمة ويوصل به جميع الأجزاء المعدنية بالمبنى، وبهذه الطريقة يكون جهد جميع الأجزاء المعدنية بالفيلا متساو وهذا يمنع حدوث فرق جهد بين هذه الأجزاء عند أى ظروف، الأمر الذى يمنع حدوث صدمة كهربية للأشخاص. وخرج لوحة الخدمة يغذى لوحة التوزيع داخل الفيلا .



الشكل (١-٢٩)

أما الشكل (١-٣٠) فيعرض نظام TNCS ثلاثي الأوجه يتكون من لوحة خدمة تحتوى على قاطع ثلاثي القطب Fo ، وعداد ثلاثي الوجه بأربعة أسلاك. ولوحة توزيع تحتوى على أربعة محددات لموجات الجهد العابرة F_3 ومجموعة من القواطع لحماية الأحمال المختلفة من زيادة التيار F_1، وقاطع تسرب أرضي لحماية الأشخاص من التسرب الأرضى F_2، وبهذا النظام يمكن حماية الإنسان من الصدمة الكهربية وحماية الأجهزة الحساسة مثل: التليفزيونات والتسجيلات HI FL والكومبيوترات... إلخ من قفزات الجهد العابرة والناتجة من الصواعق أو وصل وفصل الأحمال الكهربية، وكذلك حماية الأحمال الكهربية من زيادة التيار.

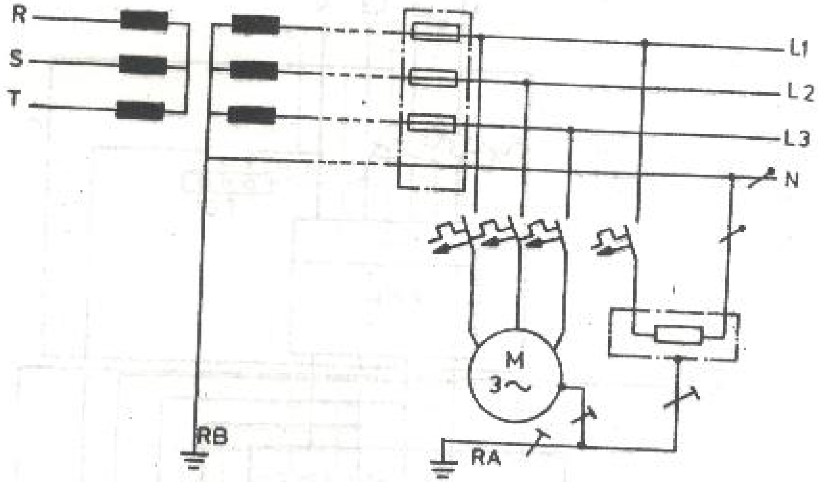


الشكل (١–٣٠)

١ / ٢ - نظام TT

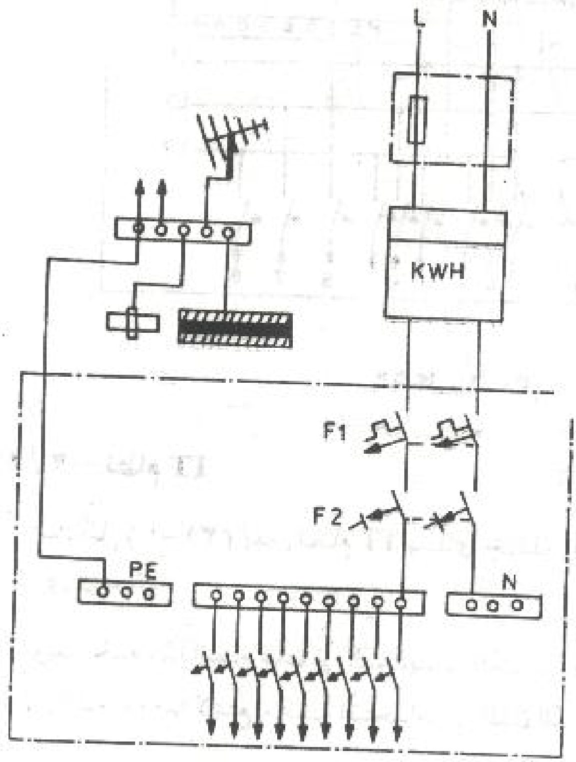
الشكل (١–٣١) يبين نظام TT يغذى حملين أحدهما ثلاثى الأوجه والآخر أحادى الوجه.

ويستخدم هذا النظام عادة فى التمديدات الكهربية فى الأماكن الزراعية وكذلك فى المنازل القروية وهذا لايمنع إمكانية استخدامه فى المدن الكبرى.



الشكل (١-٣١)

والشكل (١-٣٢) يعرض مخطط توصيل نظام TT احادى الوجه يتكون من لوحة خدمة تحتوى على مصهر رئيسى وكذلك عداد Kwh، ولوحة توزيع تحتوى على قاطع دائرة رئيسى قطبين F_1، وقاطع تسرب أرضى رئيسى قطبين F_2 ومجموعة من قواطع الدائرة الأحادية الوجه لتغذية الأحمال المختلفة. وعادة تكون لوحة الخدمة (الكوفرية) خارج الشقة أما العداد فيكون أحيانا بجوار لوحة التوزيع داخل الشقة السكنية وأحياناً يكون خارج الشقة السكنية.



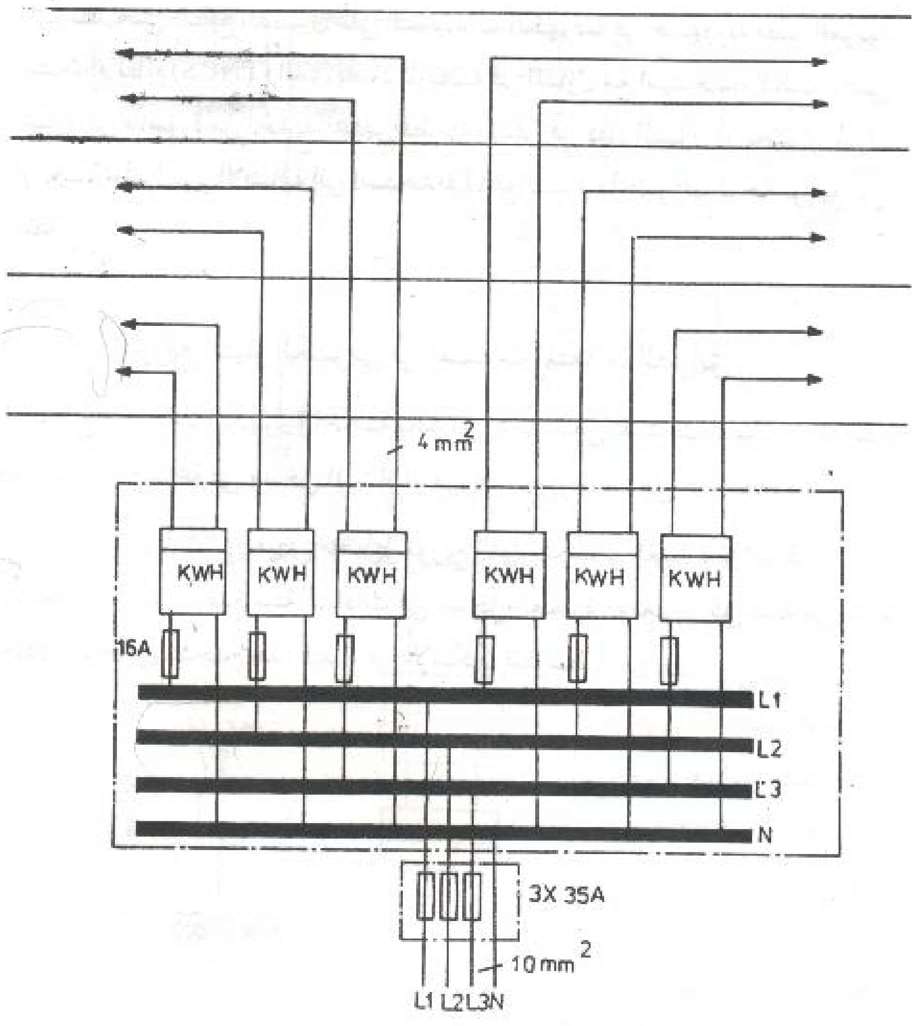
الشكل (١-٣٢)

ونصيحتى لجميع القائمين على التمديدات الكهربية فى جمهورية مصر العربية استخدام نظام (TNCS) الذى يعاد تأريضه فى المنازل مع استخدام قطب أرضى عبارة عن ماسورة من الحديد المجلفن قطرها وتدفن فى فناء المنزل أو بجوار المنزل أو بجوار المنزل ، وبالإضافة إلى استخدام قاطع تسرب أرضى فى لوحة توزيع كل شقة .

١ / ١١- توزيع التيار الكهربى فى المنشآت المتعددة الطوابق :

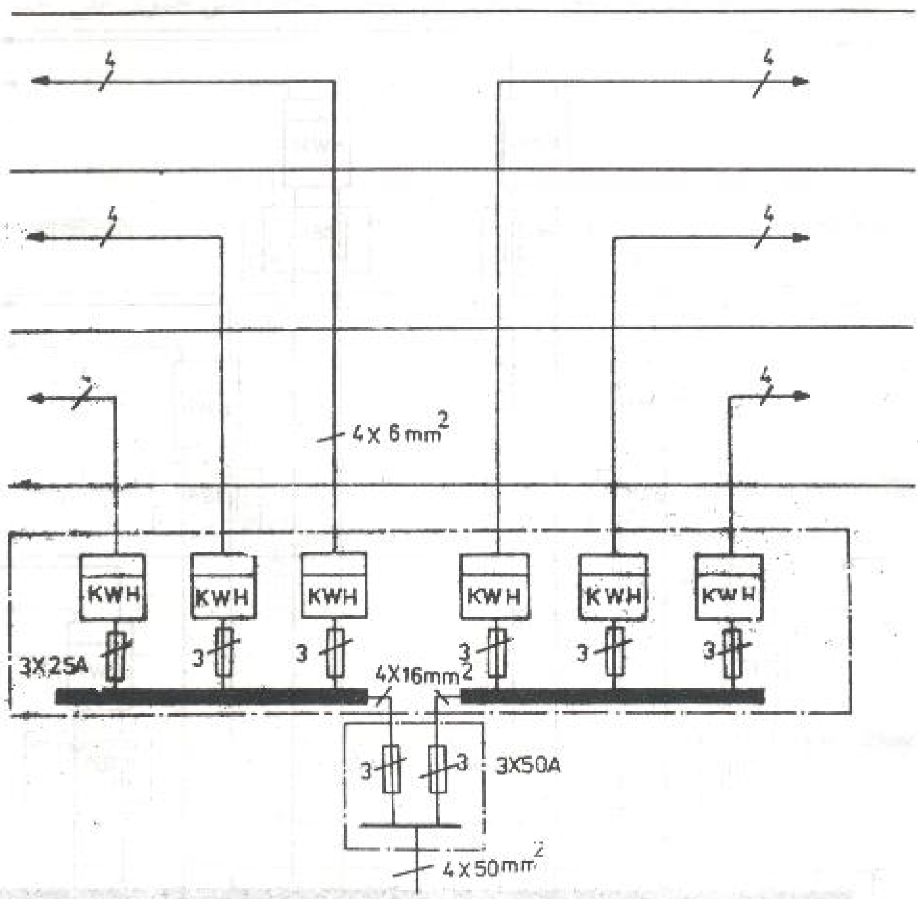
توضع العدادات الكهربية الخاصة بالشقق المختلفة فى المنشآت السكنية المتعددة الطوابق إما مجموعة فى مدخل المنشأة أو موزعة بجوارأو بداخل كل شقة.

والشكل (١-٣٣) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى لعمارة ثلاثة طوابق وبها ست شقق، حيث توضع ستة عدادات فى مدخل العمارة. وتغذى كل شقة من عداد أحادى الوجه ويستخدم هذا النظام فى الإسكان المتوسط .



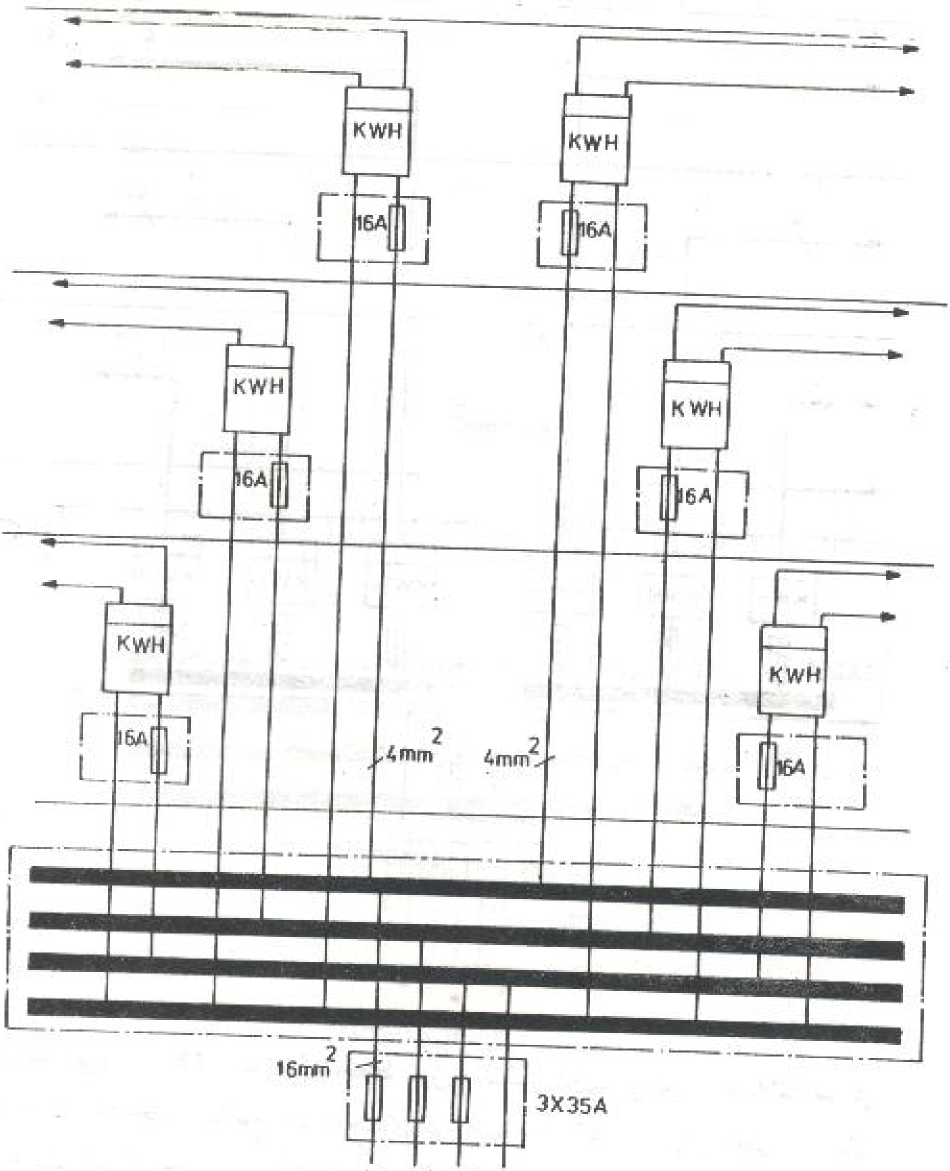
الشكل (١-٣٣)

والشكل (١-٣٤) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى الأحادى الخط لعمارة سكنية ثلاثة طوابق بها ست شقق، حيث توضع ستة عدادات ثلاثية الأوجه عند مدخل العمارة وهذا النظام معمول به للإسكان المتميز (السوبر لوكس) وذلك لارتفاع أحمال كل شقة.



الشكل (١-٣٤)

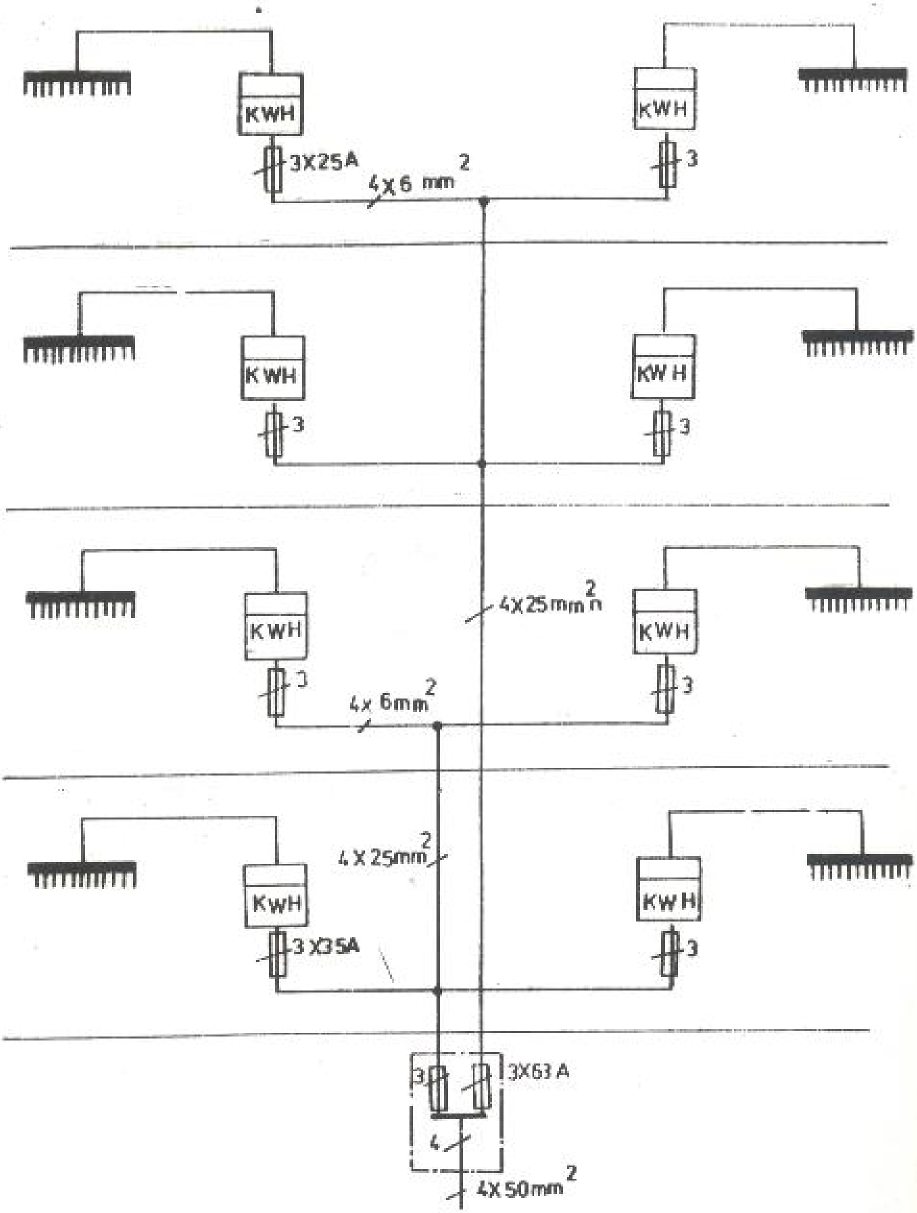
والشكل (١ – ٣٥) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى لعمارة ثلاثة طوابق وبها ست شقق حيث يوضع عداد أحادى الوجه بداخل كل شقة وفى بعض الأحيان يوضع هذا العداد بجوار باب الشقة ناحية السلم بحيث يسهل لقارئ العدادات أخذ القراءة بدون الدخول للشقق.



الشكل (١-٣٥)

والشكل (١-٣٦) يعرض مخطط توزيع التيار الكهربى لعمارة أربعة طوابق وبها ثمانى شقق، حيث يوضع عداد ثلاثى الوجه بداخل كل شقة؛ علماً بأن العدادات

الكهربية الثلاثية الأوجه تستخدم عادة مع الشقق الفاخرة التى تحتوى على أحمال كهربية كثيرة.



الشكل (١-٣٦)

الباب الثاني

الكابلات وتمديدها

الكابلات وتمديدها

٢ / ١- الكابلات Wiring Cables

يمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى :

- كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors
- كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables

وتتكون كابلات الجهود المنخفضة التى تعمل عند جهد أقل من 1KV من :

١- قلب معدنى Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربى ويكون مصمتاً Solid، أو شعيرات مجدولة Stranded ،ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصليتهما العالية للتيار الكهربى.

٢- العزل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدنى عن الوسط المحيط بالكابل ويصنع العزل من أحد العوازل التالية :

أ- البولى فينيل كلورايد PVC ويتميز هذا العزل بأنه لا يتأثر بالزيوت المعدنية والعديد من المذيبات العضوية والقلويات والأحماض وغير قابل للاشتعال ويعاب عليه أنه يصبح مرناً عند 80°C ؛ لذلك فإن الكابلات المعزولة بعازل PVC يجب ألا ترتفع درجة حرارتها عن 70°C.

ب- البولى إيثيلين PE وله خواص كهربية أقل من PVC ويستخدم كعازل على نطاق ضيق ويوجد منه نوعان، **النوع الأول** منخفض الكثافة وأقصى درجة حرارة يتحملها 70°C. **والنوع الثانى** عالى الكثافة وأقصى درجة حرارة يتحملها 115°C.

جـ- المطاط Rubber وعادة يضاف عليه بعض الإضافات للتحسين من خواصه مثل : مطاط الإيثيلين بروبلين EPR ، وتصل درجة الحرارة القصوى لمطاط إيثلين بروبلين 90°C ويعاب عليه أنه يشتعل.

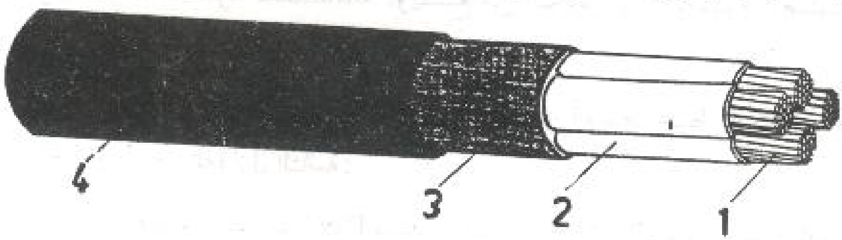
د- البولى إيثيلين التشابكى XLPE ويتحمل درجات حرارة تصل إلى 90°C

ويتحمل أيضاً ارتفاع درجة الحرارة التى تنتج عن القصر والتى تصل إلى 250°C لفترة زمنية قصيرة. ويعاب على هذه العوازل قساوتها العالية الأمر الذى يؤدى لصعوبة ثنيها وتداولها فى المسارات الضيقة بالإضافة إلى ارتفاع سعرها.

٣- الفرشة وتقوم بإعطاء الكابل الشكل المستدير وتصنع من مواد عازلة مثل PVC، PE، EPR.

٤- طبقة الحماية وتستخدم هذه الطبقة لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة المحيطة بالكابل، وتصنع طبقة الحماية عادة من عوازل PVC أو مادة البولى إثيلين عالى الكثافة HPDE.

والشكل (٢-١) يعرض نموذجاً لكابل بأربعة قلوب مجدولة وبعزل وبطبقة حماية خارجية وبفرشة مصنوعة من PVC.



الشكل (٢-١)

حيث إن :

قلب من النحاس المجدول	1
عزل PVC	2
الفرشة مع الحشو	3
طبقة الحماية من PVC	4

٢/١/١ - الكابلات المرنة Flexible Cords

تستخدم الكابلات المرنة فى توصيل الأجهزة النقالى (التى يمكن نقلها من مكان لآخر) بالمآخذ (البرايز) الثابتة، وتعتبر الكابلات المرنة هى أكثر مناطق الأعطال فى

الدوائر الكهربية عند الاستخدام السيئ لها.

والكابلات المرنة تصنع من قلوب نحاسية مجدولة ومرنة معزولة بمطاط أو PVC. والجدول (٢-١) يعطى العلاقة بين مساحة مقطع قلوب الكابلات المرنة والتيار والمقنن لها.

الجدول (٢-١)

مساحة المقطع mm^2	التيار A	الاستخدام
0.5	3	توصيلات الاضاءة
0.75	6	توصيلات الاضاءة والاجهزة الصغيرة
1.0	10	الاجهزة المنزلية التى قدرتها تصل إلى 2000W
1.25	13	الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 3000W
1.5	16	الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 3840W
2.5	25	الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 6000W
4.0	32	الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 7680W

والجدير بالذكر ان الكابلات المرنة التى مساحة مقطعها $1.25mm^2$ تستخدم لجميع الاجهزة المنزلية التى قدرتها اقل من 3000W.

وفيما يلى أهم أنواع الكابلات المرنة المتوفرة فى الأسواق:

١- كابل مرن دائرى بعزل PVC

ويحتوى هذا الكابل على قلبين أو ثلاثة قلوب من موصلات النحاس المرنة والمعزولة بعزل PVC، ويتميز هذا النوع بمتانته الميكانيكية، ويتواجد بالوان مختلفة مثل: الابيض والاسود والرمادى.

٢- كابل مرن دائرى بعزل مطاطى مقاوم للحرارة

ويحتوى هذا الكابل على ثلاثة قلوب من موصلات النحاس المرنة والمعزولة بعزل مطاطى بالإضافة إلى طبقة خارجية مقاومة للحرارة واللهب.

٣- كابل مرن معزول بالمطاط بضفيرة نسيجية من القطن

ويحتوى هذا الكابل على ثلاثة قلوب من موصلات النحاس المرنة والمعزولة بالمطاط ويحيط كل قلب ضفيرة نسيجية لإعطاء الكابل الشكل الدائرى، ويحيط بهذه القلوب نسيج آخر دائرى من القطن، وتستخدم هذه الكابلات فى تشغيل السخانات

٤- كابل مرن غير ملتوى

ويحتوى الكابل على ثلاثة قلوب معزولة بالمطاط مع ضفائر من نسيج شبه مدفون فى طبقة الحماية الخارجية المطاطية ويكون للطبقة الخارجية لونين وتستخدم هذه الكابلات مع المكاوى الكهربية وسخانات القهوة والأجهزة المنزلية المشابهة والتى تولد حرارة عالية عند أطراف الكابل المرن.

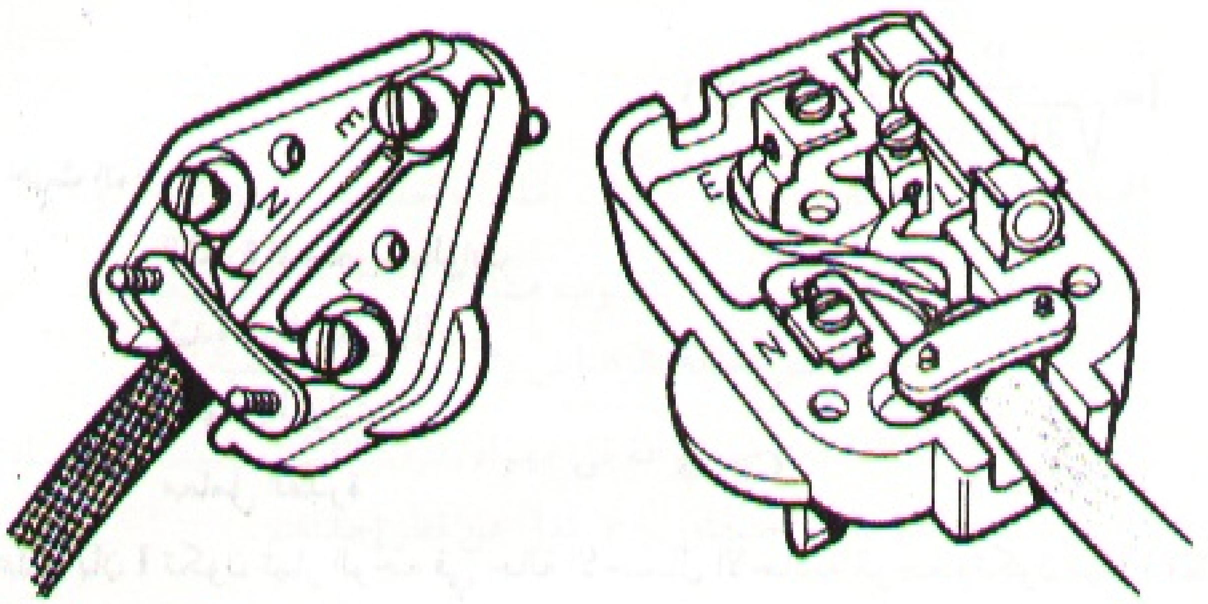
٥- زوج من الموصلات المرنة المتوازية

وتستخدم هذه الكابلات فى توصيل التيار الكهربى لمصادر الإضاءة المعلقة.

والجدير بالذكر أن ألوان موصلات الكابلات المرنة بصفة عامة هى البنى (وجه) والأزرق (تعادل) والأصفر أخضر (وقاية).

أما ألوان موصلات الكابلات المرنة القديمة هى الأحمر (وجه) والأسود (تعادل) والأخضر (أرضى). وعادة ينصح بأن يكون طول الكابل المرن المستخدم فى توصيل الأجهزة المنزلية مساوياً 2m لمعظم الأجهزة المنزلية، وإن كان يصل إلى 3m فى حالة المكواه الكهربية ويزيد عن هذا الطول للمكنسة الكهربية.

والشكل (٢-٢) يعرض نموذجين لفيشتين كهربيتين مواصفات إنجليزية موصلتين مع كابلات مرنة، الأولى بمصهر (الشكل أ)، والثانية بدون مصهر (الشكل ب).



الشكل (٢ – ٢)

٢ / ٢– اختيار مساحة مقطع الموصلات

لاختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة تأخذ المتطلبات التالية بعين الاعتبار :

١– استغلال أحسن سعة تيارية للكابل .

٢– عدم تعدى فقد الجهد المسموح به (2.5%) .

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التى تحقق المتطلب الاول ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتاكد من صحة تحقق المتطلب الثانى .

٢ / ٢ / ١– اختيار مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية

تعتمد شدة التيار المار فى الكابل على نوع التيار (متردد – مستمر) ونوع الدائرة التى يستخدم فيها الكابل (أحادية الوجه – ثلاثية الوجه) والمعادلات 2.1,2.2,2.3 تستخدم لتعيين شدة التيار :

١– تيار مستمر DC

$$I = \frac{P}{U} \quad (A) \rightarrow 2.1$$

AC 1-φ

٢– تيار متردد فى دائرة أحادية الوجه

$$I = \frac{P}{U \cos \phi} \quad (A) \rightarrow 2.2$$

٣– تيار متردد فى دائرة ثلاثية الوجه

AC 3φ

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos\phi} \quad (A) \rightarrow 2.3$$

حيث إن :

القدرة المسحوبة بالوات	P
شدة التيار المار بالامبير	I
الجهد بالفولت	U
معامل القدرة	$\cos\phi$

علماً بان I تكون تيار الوجه في حالة الأحمال الأحادية الوجه وتكون تيار الخط في حالة الأحمال الثلاثية الوجه، وكذلك فإن U جهد الوجه في حالة الاحمال الاحادية الوجه وجهد الخط في حالة الاحمال الثلاثية الوجه.

والجدول (٢-٢) يعطى مساحة مقطع الموصلات تبعاً لتيار الحمل وطريقة التمديد عند درجة حرارة محيطة 30°C . وكذلك يعطى التيار المقنن لجهاز الحماية من زيادة التيار اللازم لحماية الموصلات ذات مساحات المقطع المختلفة.

الجدول (٢-٢)

مساحة المقطع	المجموعة 1				المجموعة 2				المجموعة 3			
	الكابل		• جهاز الوقاية		الكابل		• جهاز الوقاية		الكابل		• جهاز الوقاية	
mm^2	CU A	AL A	CU A	AL A	CU A	AL A	CU A	AL A	CU A	AL A	CU A	AL A
0.75	-	-	-	-	12	-	6	-	15	-	10	-
1.0	11	-	6	-	15	-	10	-	19	-	10	-
1.5	15	-	10	-	18	-	10••	-	24	-	20	-
2.5	20	15	16	10	26	20	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	34	27	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	44	35	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	61	84	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	82	64	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	108	85	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	135	105	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	168	132	125	100	198	155	160	125
70	165	-	125	-	207	163	160	125	245	193	200	160
95	197	-	160	-	250	197	200	160	292	230	250	200
120	235	-	200	-	292	230	250	200	344	268	315	200
150	-	-	-	-	335	263	250	200	391	310	315	250
185	-	-	-	-	382	301	315	250	448	353	400	315
240	-	-	-	-	453	357	400	315	528	414	400	315
300	-	-	-	-	504	409	400	315	608	479	500	400
400	-	-	-	-	-	-	-	-	726	569	630	500
500	-	-	-	-	-	-	-	-	830	649	630	500

حيث إن :

المجموعة1 كابل أو عدة كابلات بقلب واحد ممدة داخل قناة

المجموعة 2 كابل متعدد القلوب مثل كابلات PVC والكابلات المدرعة والكابلات المغلفة بالرصاص والكابلات الشريطية

المجموعة3 كابلات موضوعة فى الهواء بعزل XLPE بحيث أن المسافة بين أى كابلين متجاورين لا تقل عن قطر إحداهم .

* عند استخدام أجهزة وقاية قابلة للمعايرة مثل قواطع المحركات يضبط القاطع على تيار التحميل للموصل .

** يمكن استخدام أجهزة الوقاية بتيار 16A مع الموصلات الثنائية القلب .

AL ألومنيوم

CU نحاس

والجدول (٢-٣) يعطى مساحة مقطع موصلات الوقاية PE الصغرى تبعاً لمساحة مقطع موصلات الاوجة والمصنوعة من النحاس .

الجدول (٢-٣)

موصل الوجه mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
موصل الوقاية داخل كابل mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70	95	120
موصل الوقاية ممد بمفرده mm^2	2.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	50	50	50	50

٢ / ٢ / ٢- التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق فقد الجهد المسموح

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة تبعاً لشدة التيار وطريقة التمديد يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق انخفاض جهد مسموح به والذى يساوى 2.5% . وعادة لا يعمل بهذه الطريقة إلا فى الشقق الكبيرة حيث تكون المسافة بين الاحمال

ولوحة التوزيع كبيرة.

والمعادلة 2.4 تستخدم فى حالة دوائر الوجه الواحد.

$$Ud\ \% = \frac{200\ I\ \rho L\ Cos\ \phi}{A\ .\ U} \rightarrow 2.4$$

والمعادلة 2.5 تستخدم فى حالة الدوائر ذات الثلاثة أوجه

$$Ud\ \% = \frac{173\ I\rho L\ Cos\ \phi}{A\ .\ U} \rightarrow 2.5$$

حيث إن:

طول الكابل من لوحة التوزيع إلى الحمل m	L
جهد الوجه (حمل وجه واحد)، جهد الخط (حمل ثلاثى الأوجه)	U
المقاومة النوعية وتساوى 0.0178 للنحاس، 0.0294	ρ
للألومينوم وذلك عند درجة	20°C
النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد	Ud%
تيار الوجه (حمل وجه واحد)، تيار الخط (حمل ثلاثى الأوجه)	I

مثال:

موقد كهربى يعمل عند جهد 220V، وقدرته 6KW فإذا كانت المسافة بين الموقد ولوحة التوزيع 20m فما هى مساحة مقطع الموصلات المناسبة.

الإجابة

أولاً: تعيين مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية للكابل:

حيث إن:

$$I = \frac{P}{U cos\phi}$$

وباعتبار أن معامل القدرة $Cos\phi = 1$

لذا فإن :

$$I = \frac{6000}{220} = 27.2A$$

ومن الجدول (٢-٢) فإن مساحة مقطع كابل **PVC** الممد فى قناة بقلب نحاس هو $6mm^2$.

ثانيا : التحقق من عدم تعدى الانخفاض المسموح فى الجهد

حيث إن :

$$Ud\ \% = \frac{200\ I\ \rho\ L\ Cos\phi}{UA}$$

$$= \frac{200X\ 27.2\ X\ 0.0178\ X\ 20\ X1}{220\ X\ 6}$$

$$= 1.46$$

وحيث إن النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أقل من 2.5%، لذلك فإن اختيار كابل مساحة مقطعة 6mm2 لتغذية هذا الموقد الكهربى لاختيار موفق.

أما إذا كانت النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أكبر من 2.5% تختار مساحة مقطع الكابل التالية (الأكبر)، ويتم إعادة التحقق من عدم تعدى الإنخفاض المسموح فى الجهد وصولاً للاختيار الموفق.

٢ / ٣- المواسير الصلب Metal Conduit

يوجد نوعان من المواسير الصلب وهما مواسير صلب بخط لحام ومواسير صلب بدون خط لحام وتتوافر مواسير الصلب بأطوال 3.75m وبالاقطار التالية (16,20,25,32mm) .

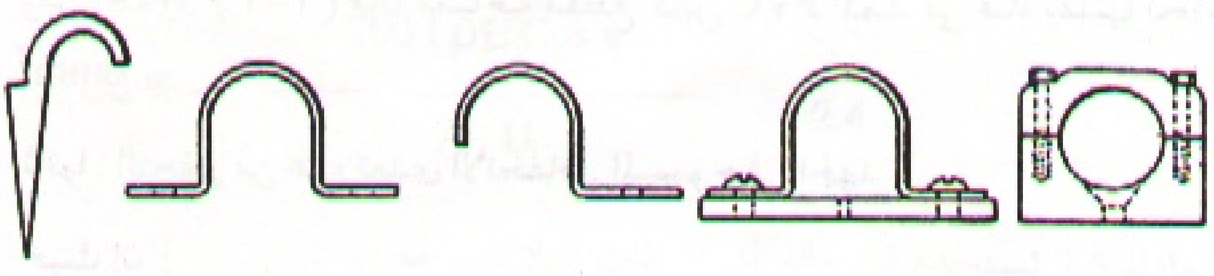
والجدير بالذكر أن مواسير الصلب الموجودة فى هذه الأيام من النوع الثقيل Heavy gauge steel والتى يمكن ثنيها وقلوظتها باستخدام العدد المناسبة.

وعند سحب الكابلات فى مواسير الصلب هناك بعض الاحتياطات التى يجب أخذها فى الاعتبار مثل :

- يجب تركيب المواسير وتثبيتها قبل سحب الأسلاك بها.

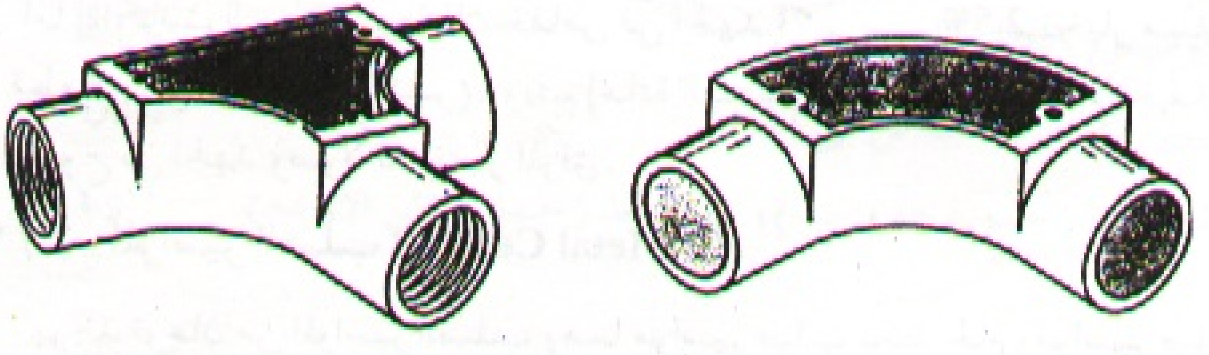
– يجب توفير عدة نقاط كافية لسحب الأسلاك.

وعادة يتم تثبيت المواسير في البناء بواسطة قفزين كما هو مبين بالشكل (٢–٣).

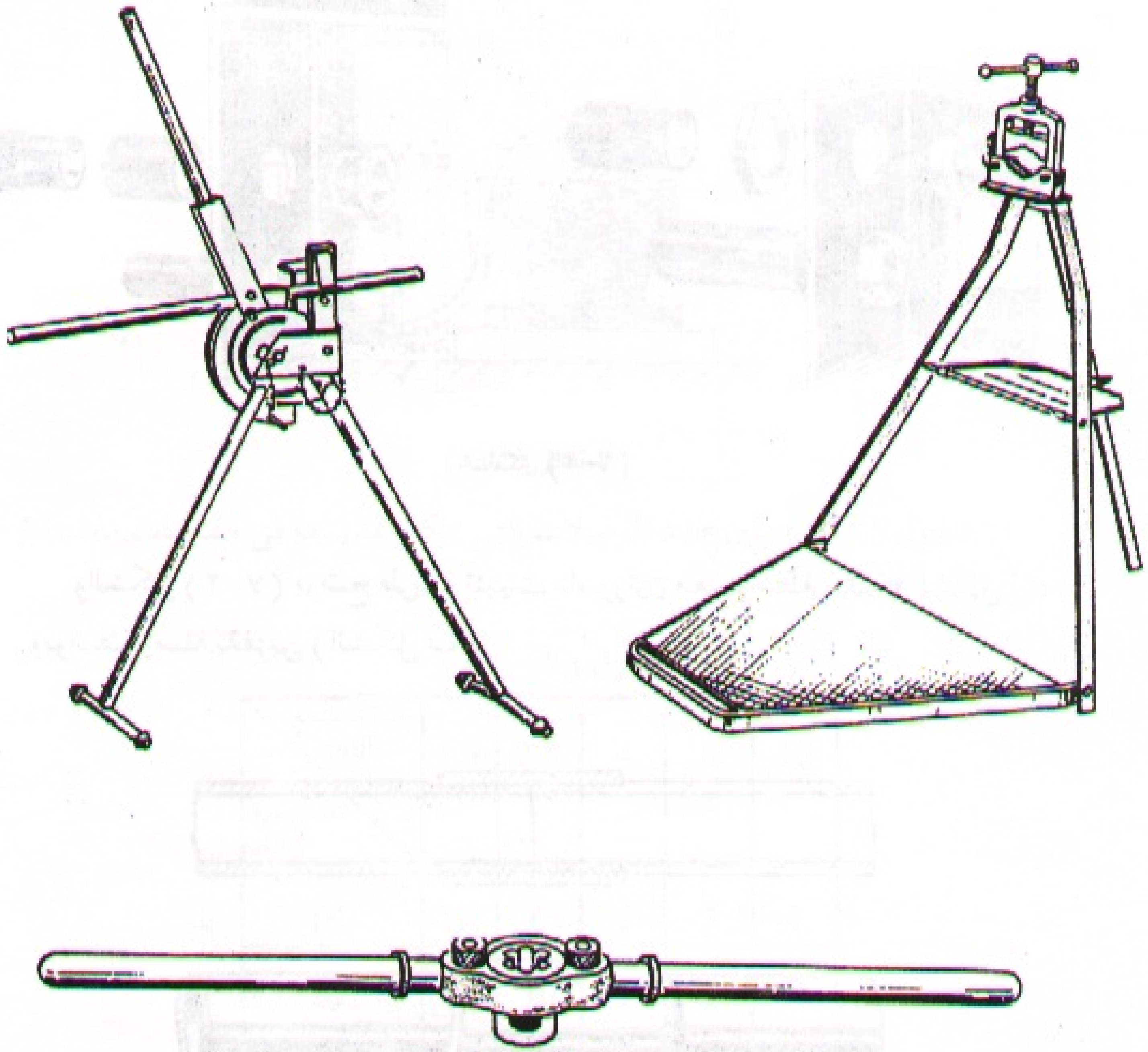


الشكل (٢–٣)

والجدير بالذكر أنه يستخدم علبه فحص من أجل سحب الأسلاك في بادئ الأمر، وكذلك للفحص بعد ذلك. وعادة توضع علبة الفحص بعد كل انحنائين 90° أو بعد 10m بحد أقصى في التمديدات المستقيمة وتكون علب الفحص على شكل كوع أو وصلة T والشكل (٢–٤) يعرض نماذج مختلفة من علب الفحص.

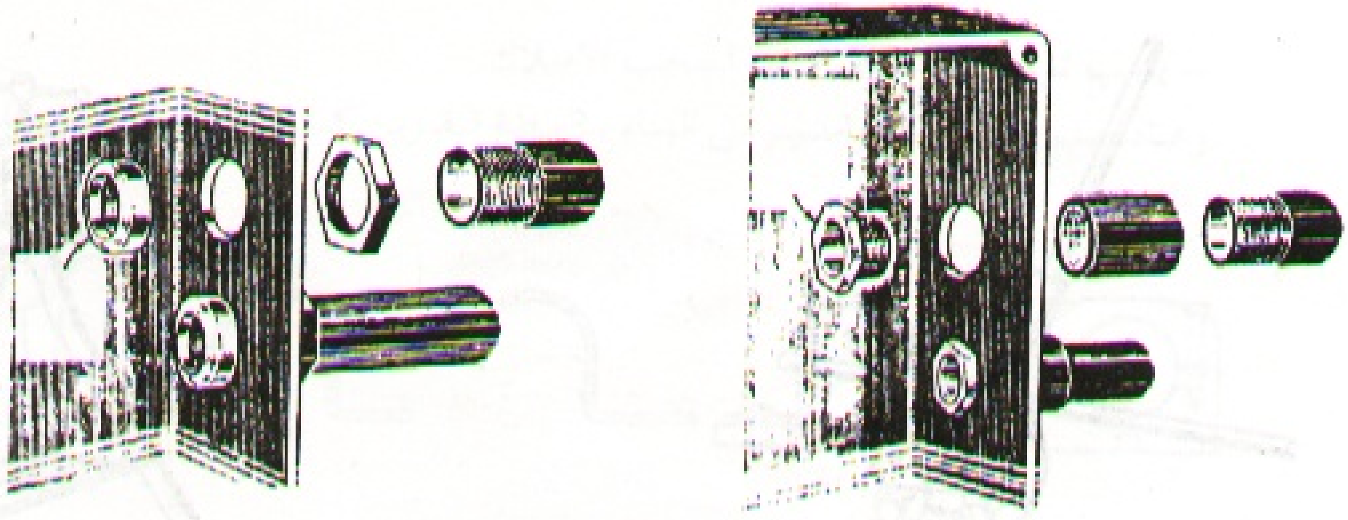


ويستخدم في القطع والقلوظة منشار ومنجله وآلة عمل قلاووظ (مضربيطه) ويستخدم في ثني المواسير آلة ثني المواسير وهذه العدد تشبه تماماً المستخدمة في أعمال السباكة والشكل (٢–٥) بين شكل منجله (أ) وشكل مضربيطه (ب) وشكل آلة ثني مواسير (جـ).



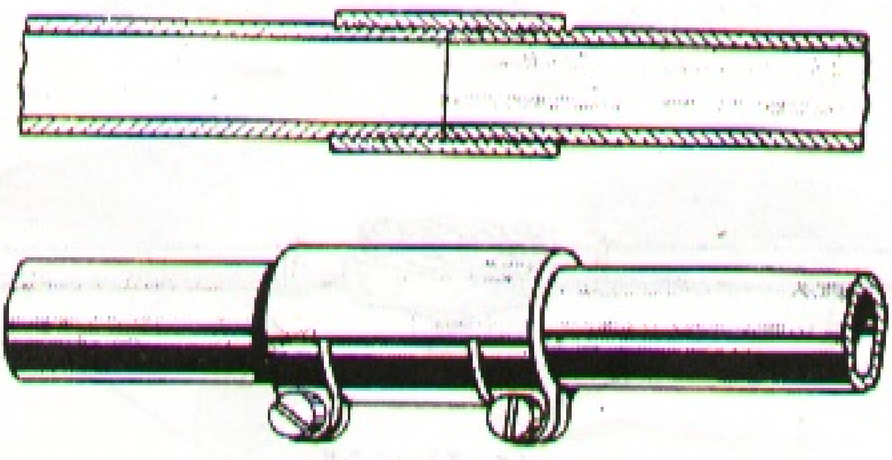
الشكل (٢-٥)

والشكل (٢-٦) يبين طريقة تثبت ماسورة فى علبة باستخدام جلبه ومثبت (الشكل أ) وطريقة تثبيت ماسورة فى علبة باستخدام صامولتين زنق (الشكل ب) .



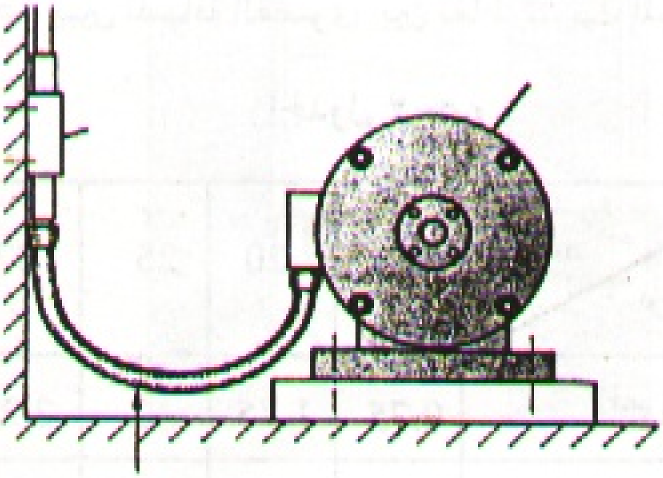
الشكل (٢-٦)

والشكل (٢-٧) يوضح طريقة تثبيت ماسورتين معاً بواسطة جلبة (الشكل أ)، وبواسطة وصلة بقفزين (الشكل ب).



الشكل (٢-٧)

والجدير بالذكر أنه عند توصيل ماسورة صلب ثابتة فى الحائط مع آلة تتعرض لاهتزاز كمحرك كهربى يستخدم فى ذلك ماسورة صلب مرنة بالطريقة المبينة بالشكل (٢-٨).



الشكل (٢-٨)

والجدول (٢-٤) يبين عدد الموصلات التى يمكن تمديدها فى مقاسات مختلفة من المواسير الصلب.

الجدول (٢ - ٤)

مساحة المقطع mm^2 / قطر الماسورة mm	1.5	2.5	4	6	10
16	9	6	5	3	1
20	14	10	7	5	3
25	25	18	13	9	5
32	45	32	24	15	9

مثال:

ماهو عدد الموصلات التى مساحة مقطعها 2.5mm2 ويمكن تمديدها فى ماسورة صلب قطرها 25mm.

الإجابة

من الجدول (٢-٥) فإن عدد الموصلات يساوى 18

والجدول (٢-٥) يبين المسافة القصوى بين نقاط تثبيت المواسير الصلب بالمتر .

(الجدول ٢-٥)

قطر الماسورة mm / نوع التمديد	16	20	25	32
أفقى بالمتر	0.75	1.75	2	2.25
رأسى بالمتر	1	2	2.25	2.5

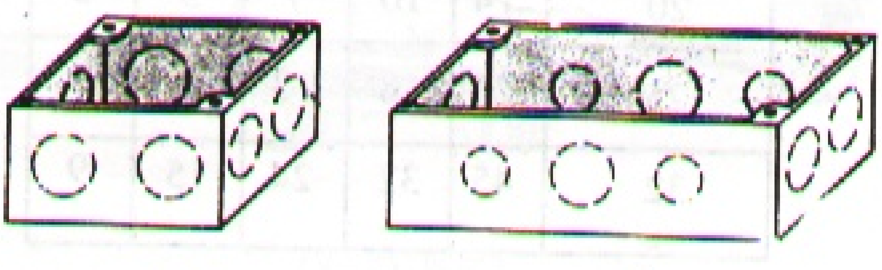
مثال :

ماهى أقصى مسافة تثبيت أفقية لماسورة صلب قطرها 20mm .

الإجابة :

من الجدول (٢-٥) فإن أقصى مسافة أفقية (1.75m) .

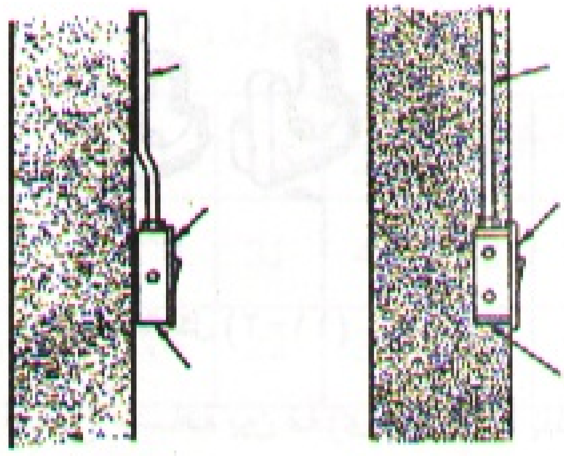
والشكل (٢-٩) يعرض نموذجين مختلفين لعلب الصلب النموذج الاول مستطيل (الشكل أ)، والنموذج الثانى مستطيل (الشكل ب) .



ب　　　　　أ

الشكل (٢-٩)

والشكل (٢-١٠) يبين طريقتين لتثبيت علب الصلب داخل الحائط (الشكل أ) وخارج الحائط (الشكل ب) .



أ ب

الشكل (٢-١٠)

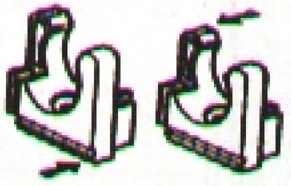
٢ / ٤- مواسير البلاستيك PVC

لقد ازداد استخدام مواسير البلاستيك فى الآونة الأخيرة لمميزاتها المتعددة عن مواسير الصلب، فهى خفيفة الوزن ولا تحتاج لتأريضها لأنها معزولة ولا تتعرض للصدأ ويسهل ثنيها وقطعها بدون أى آلات خاصة، ويمكن تثبيت الأدوات فى هذه المواسير إما بالكبس أو اللصق بمادة لاصقة أو بواسطة سن قلاووظ وهذا نادراً ما يستخدم.

وتحتاج مواسير البلاستيك إلى إمرار موصل وقاية PE بداخلها ،حيث يتم توصيله مع الأجهزة التى تحتاج لتأريض.

وهناك أنواع من المواسير البلاستيك صلبة ويمكن استخدامها فوق الحائط وأنواع أخرى مرنة وشبه صلبة يمكن دفنها فى الخرسانة وفى داخل الحوائط.

والجدير بالذكر أنه يمكن ثنى مواسير البلاستيك باليد بالاستعانة بالركبة، كما ينصح بتثبيت المواسير البلاستيك بعد ثنيها لمنعها من استعادة شكلها ، وذلك باستخدام قفزين تثبيت كالمبينة بالشكل (٢-١١).



الشكل (٢-١١)

والجدول (٢-٦) يبين أقصى مسافة بين قفزى التثبيت بالمتر فى حالة مواسير البلاستيك تبعاً لقطر المواسير الخارجي .

الجدول (٢-٦)

أقصى مسافة أفقية (m)	أقصى مسافة أفقية (m)	القطر الخارجي للماسورة d(mm)
1	0.75	16
1.75	1.5	25> d> 16
2.0	1.75	40 > d > 25
2.0	2.0	d > 40

وعند تمديد الاسلاك داخل المواسير البلاستيك يجب التأكد من عدم تعدى سعة الماسورة، حيث إن تعدى سعة الماسورة يؤدى لتلفها ويمكن التحقق من سعة الماسورة تبعاً لمقاس الماسورة ومساحة مقطع الموصلات الممدة فيها بالاستعانة بالجداول (٣-٧)، (٣-٨).

والجدول (٣-٧) يبين معامل الموصلات الممدة مسافة قصيرة أقصر من 3m، أو طويلة وتحتوى على انحناءات .

الجدول (٣-٧)

مساحة المقطع mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10
تمديد قصير	22	31	43	58	88	146
تمديد طويل بانحناءات	16	22	30	43	58	105

والجدول (٣-٨) يبين معامل مواسير PVC تبعاً لقطر الماسورة وطولها .

الجدول (٣-٨)

طول التمديد m / قطر الماسورة mm	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
16	188	182	177	171	167	162	158	154	150	143	136	130	125	120
20	303	294	286	278	270	263	256	250	244	233	222	213	204	196
25	543	528	514	500	487	475	463	452	442	422	404	388	373	358
32	947	923	900	878	857	837	818	800	783	770	720	692	667	643

مثال :

ماسورة بلاستيك طولها 6m مطلوب تمديد الموصلات التالية بها .

$6X1mm^2 + 6X\ 1.5mm^2 + 4X\ 2.5mm^2$

المطلوب تعيين أقل حجم مناسب للماسورة.

الإجابة :

من الجدول (٣-٧) فإن معامل الموصلات يساوى بالترتيب

16,22,30

وبالتالى فإن المعامل الكلى للموصلات يساوى

16X6 + 22X6 + 30 X4 = 348

ومن الجدول (٣-٨) عند تمديد طوله 6m فإن معامل الماسورة التى قطرها 25mm هو 422 وهو مناسب فى هذه الحالة .

الباب الثالث

العناصر المستخدمة فى التركيبات الكهربية

العناصر المستخدمة فى التركيبات الكهربية

٣ / ١ - لوحات التوزيع

عادة توضع لوحات التوزيع بجوار العداد بداخل الشقة وتحتوى لوحة التوزيع على قاطع دائرة رئيسي، وتعتمد قيمة التيار المقنن لهذا القاطع على الحمل الكلى المتوقع للشقة، وفى الشقق الفاخرة قد يصل قيمة التيار المقنن لهذا القاطع 60:100A ويوضع فى لوحة التوزيع مجموعة من قواطع الدائرة المصغرة لتغذية الاحمال المختلفة سواء كانت أحمال إضاءة أو أحمال قوى (مآخذ)، ويختلف عدد القواطع الفرعية الموجودة بداخل لوحة التوزيع، ففى الإسكان الشعبى تساوى قاطع واحد، وفى الإسكان الاقتصادى تصل إلى 4 وفى الإسكان الفاخر تصل إلى 13 وفى الشقق الكبيرة الفاخرة تصل إلى 30 قاطع، وفى الفلل تصل إلى 42 قاطع أو أكثر.

والجدير بالذكر أن حجم لوحة التوزيع يعتمد على عدد القواطع التى ستوضع بداخل اللوحة ويمكن تقسيم لوحات التوزيع المستخدمة إلى :

- لوحات توزيع تثبت داخل الحائط .
- لوحات توزيع تثبت على الحائط .

ويحتاج قاطع الدائرة المصغر إلى حيز أبعاده 17.5X86mm ويطلق على هذا الحيز موديول، أما قواطع الدائرة الثلاثية القطب الذى يتراوح تيارها من 1:40A تحتاج إلى حيز يعادل ثلاثة موديولات، فى حين أن قواطع الدائرة الثلاثية القطب الذى يتراوح تيارها من (50:125A) فتحتاج إلى حيز يعادل أربعة موديولات ونصف وهكذا.

وتختلف لوحات التوزيع تبعاً لعدد صفوف القواطع الأفقية وعدد موديولات القواطع التى يمكن تثبيتها بداخل اللوحة على سبيل المثال :

١- لوحة توزيع بصف واحد سعته 13 موديول.

٢- لوحة توزيع بصف واحد سعته 27 موديول.

٣- لوحة توزيع بصفين سعة الواحد 13 موديول.

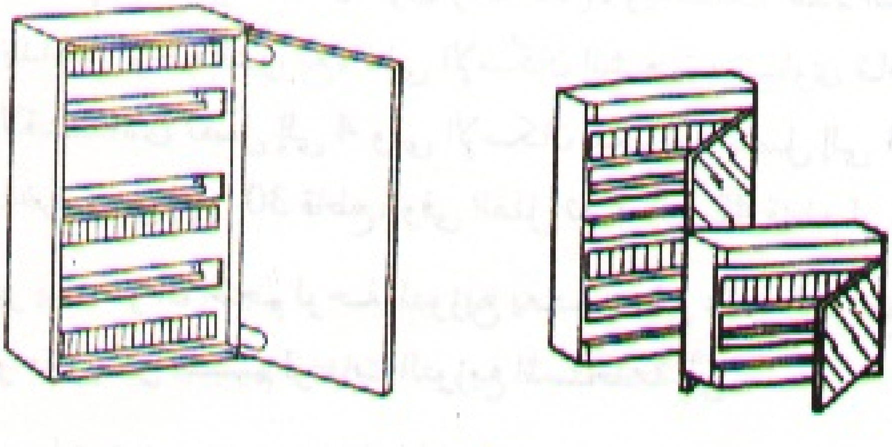
٤- لوحة توزيع بثلاثة صفوف سعة الواحد 13 موديول.

٥- لوحة توزيع بثلاثة صفوف سعة الواحد 16 موديول.

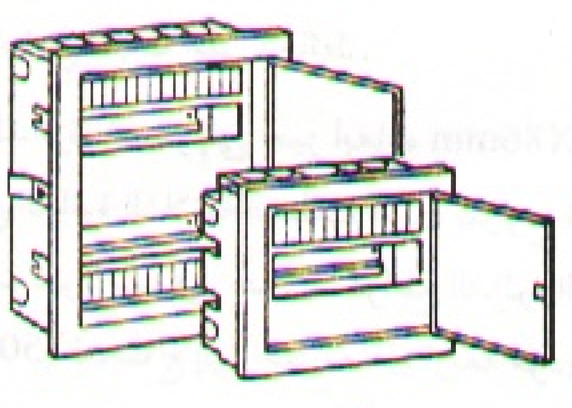
٦- لوحة توزيع بثلاثة صفوف سعة الواحد 28 موديول.

٧- لوحة توزيع بأربعة صفوف سعة الواحد 27 موديول.

والشكل ٣-١ يعرض صور لوحات توزيع من النوع الذى يثبت على الحائط بصف واحد وصفين وثلاثة صفوف (الشكل أ)، وكذلك صور للوحات توزيع من النوع الذى يثبت داخل الحائط بصف واحد وصفين (الشكل ب).



أ

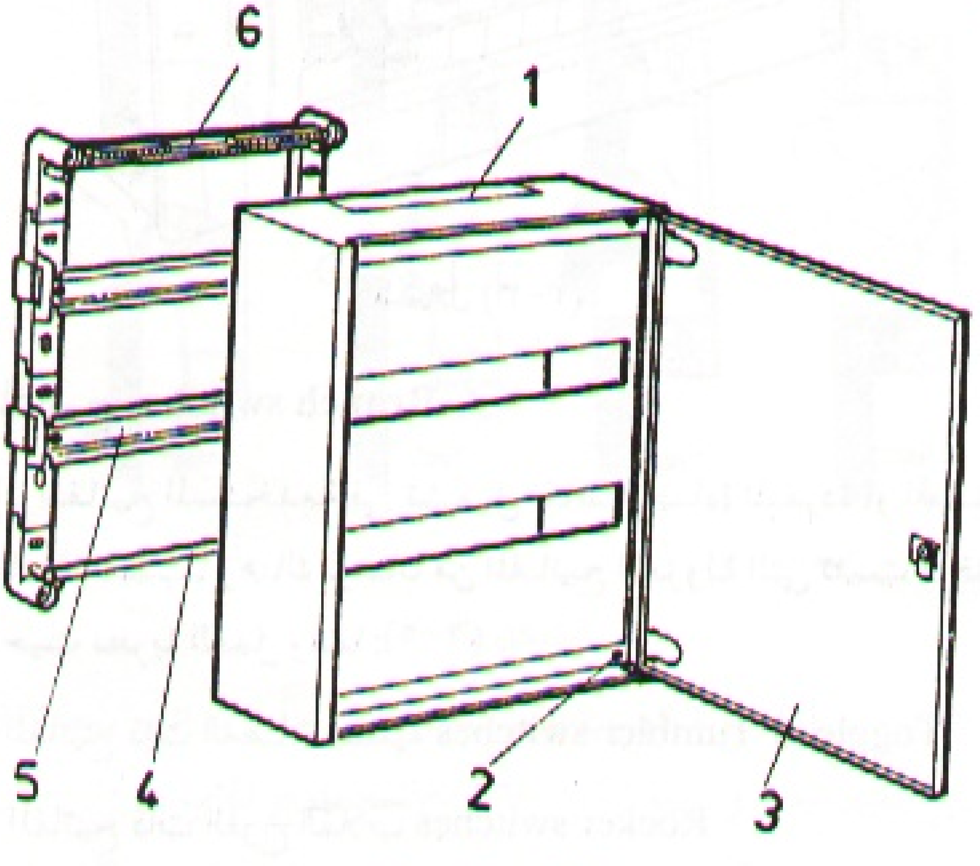


ب

الشكل (٣-١)

أما الشكل (٣-٢) فيعرض الأجزاء الداخلية التى تتكون منها لوحة توزيع بصفين من إنتاج شركة Legrand الفرنسية فهى تتكون من صندوق بأعلاه فتحه

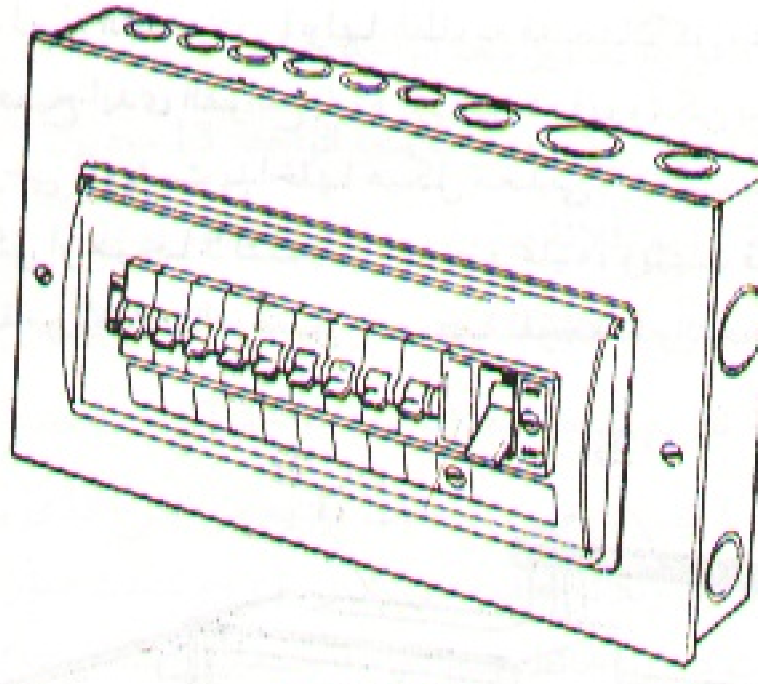
لإمراره الكابلات لهذا الصندوق 1 ولها غطاء به فتحتان كل منهما على شكل مستطيل حتى تصبح أيدى القواطع بارزة من الصندوق، ويمكن بسهولة تشغيلها وللوحة باب خارجى 3 ويثبت بداخلها هيكل معدنى 4 مثبت عليه قضيبين من النحاس على شكل أو ميجا 5 لتثبيت القواطع عليه، ويثبت فى أعلى الهيكل المعدنى مجموعة من أطراف التوصيل المخصصة للوجه L والتعادل N والأرضى PE.(6) .



الشكل (٣-٢)

أما الشكل (٣-٣) فيعرض صورة للوحة توزيع من النوع الذى يثبت داخل الحائط تحتوى على صف واحد سعته 13 موديول ومثبت فيها:

قاطع رئيسى قطبين	2 موديول
موديول فارغ	1 موديول
9 قواطع قطب واحد للاحمال	9 موديول
موديول فارغ فى أقصى اليسار	1 موديول



الشكل (٣-٣)

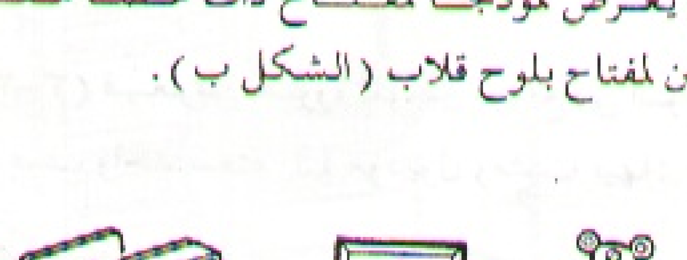
٣ / ٢ - المفاتيح Branch switches

عادة فإن المفاتيح المستخدمة فى تشغيل نقاط الإضاءة المنفردة أو المجمعة تكون مفاتيح أحادية القطب، وهناك نوعان من المفاتيح المعزولة التى تثبت داخل أو على الحائط من حيث نظرية العمل وهما :

١- المفاتيح ذات العصا المفصلية Toggle or Tumbler switches

٢- المفاتيح ذات اللوح القلاب Rocker switches

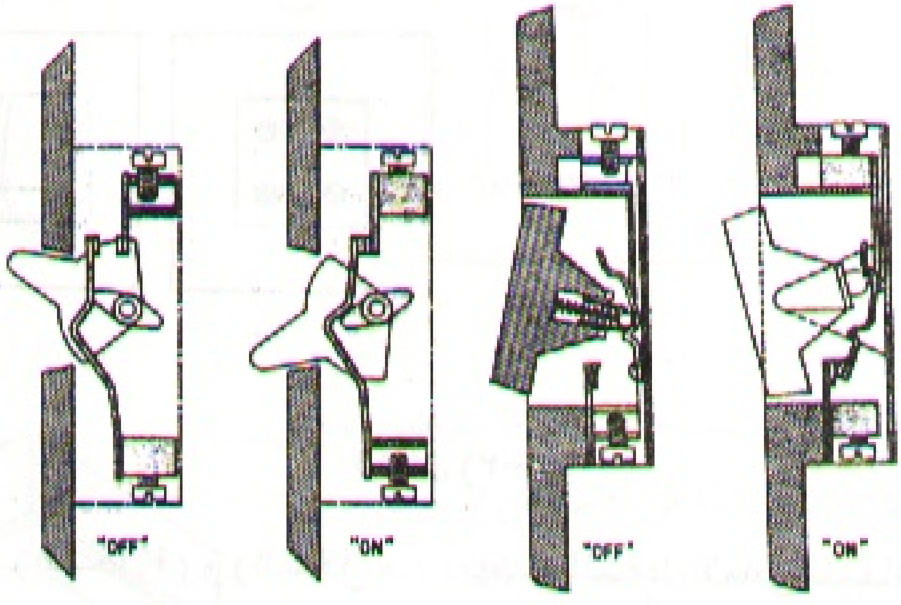
والشكل (٣-٤) يعرض نموذجاً لمفتاح ذات عصا مفصلى مع غطائه (الشكل أ)، ونموذجين لمفتاح بلوح قلاب (الشكل ب).



الشكل (٣-٤)

أما الشكل (٣-٥) فيبين التركيب الداخلى لمفتاح ذى عصا مفصلى فى وضع

ON ووضع Off (الشكل أ) ، ويلاحظ وجود كامة فى العصا المفصلى تتحكم فى وضع ريشة المفتاح . وكذلك التركيب الداخلى لمفتاح بلوح قلاب فى وضع ON ووضع Off (الشكل ب) ويلاحظ وجود كرة بياى تتحكم فى وضع ريشة المفتاح .



الشكل (٣-٥)

والجدير بالذكر أن المفاتيح الكهربية الأمريكية تكون عادة مفاتيح بعصا قلاب في حين أن المفاتيح الكهربية الأوروبية تكون عادة مفاتيح بلوح قلاب .

ويمكن تقسيم المفاتيح الكهربية من حيث الوظيفة والمبينة بالشكل (٣-٦) إلى :

١- مفتاح قطب واحد (الشكل ب) .

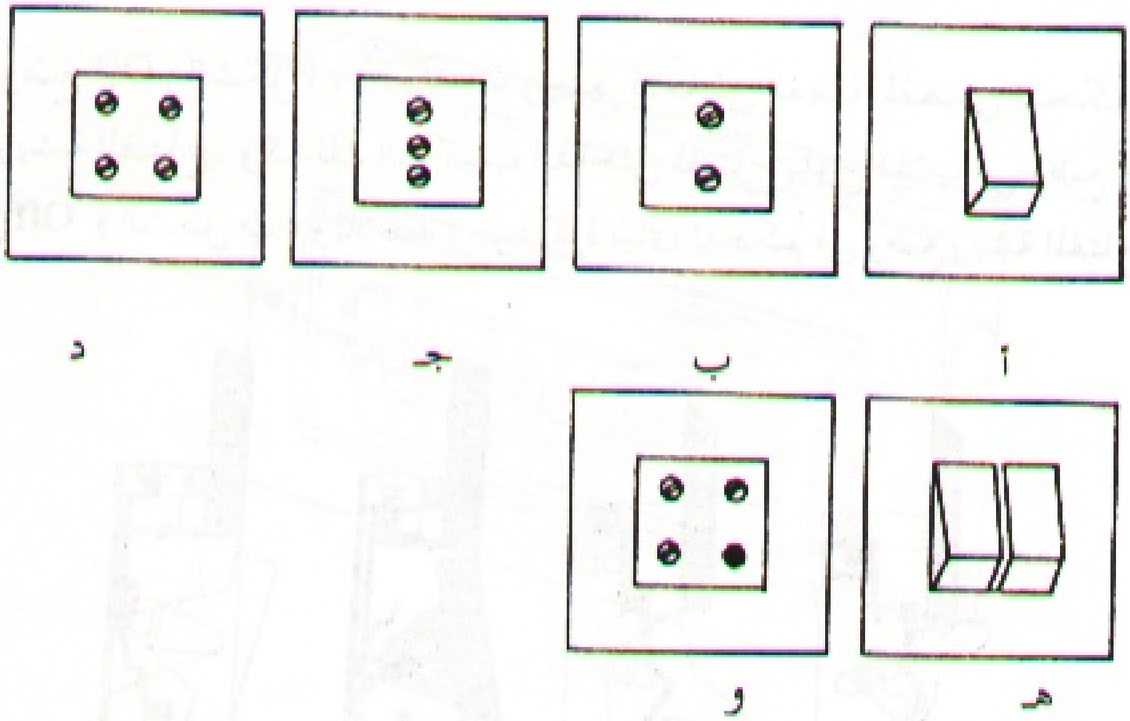
٢- مفتاح قطبين (الشكل د) .

٣- مفتاح تناوب (طرف سلم) (الشكل جـ) .

٤- مفتاح تصالبى (وسط سلم) (الشكل د) .

٥- مفتاح توالى (مفتاح نجفة) (الشكل و) .

والجدير بالذكر أن قاعدة مفتاح التوالى بها أربعة نقاط توصيل أحدهم ملحومة ولا يمكن استخدامها .



الشكل (٣-٦)

علماً بأن (الشكل أ) و (الشكل هـ) يعرضان المسقط الأمامى للمفاتيح الكهربية ذات اللوح القلاب، فى حين أن الأشكال (ب وجـ ود) تعرض المسقط الخلفى للمفاتيح الكهربية المختلفة، حيث إن (الشكل أ) يخص جميع الأشكال (ب، جـ، د)، والشكل (هـ) يخص الشكل (و) فقط.

وفيما يلى أوضاع ريش الأنواع المختلفة للمفاتيح الكهربية حيث إن :

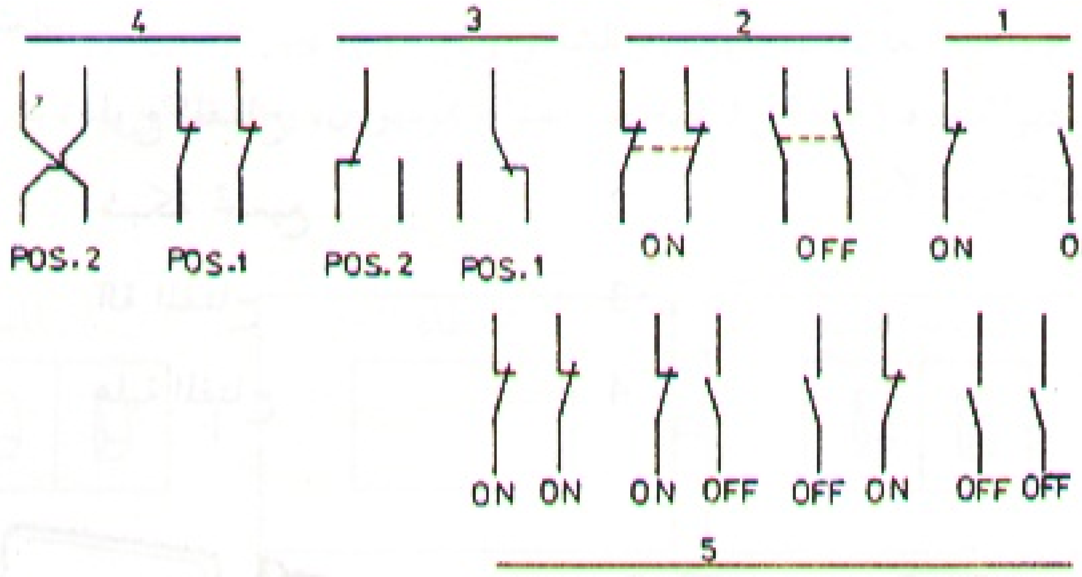
مفتاح قطب واحد فى وضع off ووضع ON 1

مفتاح قطبين فى وضع off ووضع ON 2

مفتاح تناوب فى الوضع الأول pos.1 والوضع الثانى pos.2 3

مفتاح تصالبى فى الوضع الأول Pos.1 والوضع الثانى pos.2 4

مفتاح توالى فى أربعة أوضاع مختلفة 5

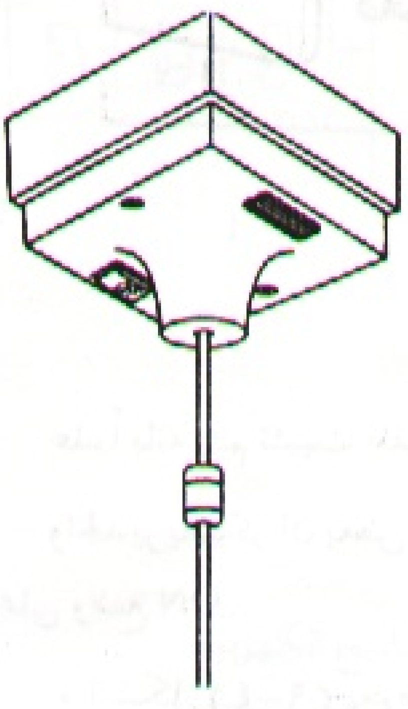


والجدير بالذكر أنه تستخدم أحيانا مفاتيح بحبل Cord-operated Switch فى الأماكن الرطبة مثل: الحمامات وتعمل هذه المفاتيح بسحب الحبل .

والشكل (٣-٧) يعرض صورة لاحد هذه المفاتيح وتستخدم هذه المفاتيح أحيانا فى غرف النوم حيث يمكن استخدامها فى فصل وإضاءة وحدة إضاءة رأس السرير بواسطة الحبل من على السرير ويمكن تقسيم المفاتيح من حيث تركيبها إلى :

١- مفاتيح بلوح متكامل plate switch.

٢- مفاتيح بشبكة تجميع Grid Switch



الشكل (٣-٧)

أما المفاتيح ذات اللوح المتكامل فتتكون من لوح يمثل هيكل المفتاح ووسيلة التشغيل وآلة التشغيل، فى حين أن المفاتيح ذات شبكة التجميع فتتكون من لوح وشبكة وآله المفتاح ويتم تجميعهما معاً .

والشكل (٣-٨) يبين كلا النوعين فالشكل (أ) لمفتاح بلوح بشبكة تجميع و (الشكل ب) لمفتاح بلوح متكامل.

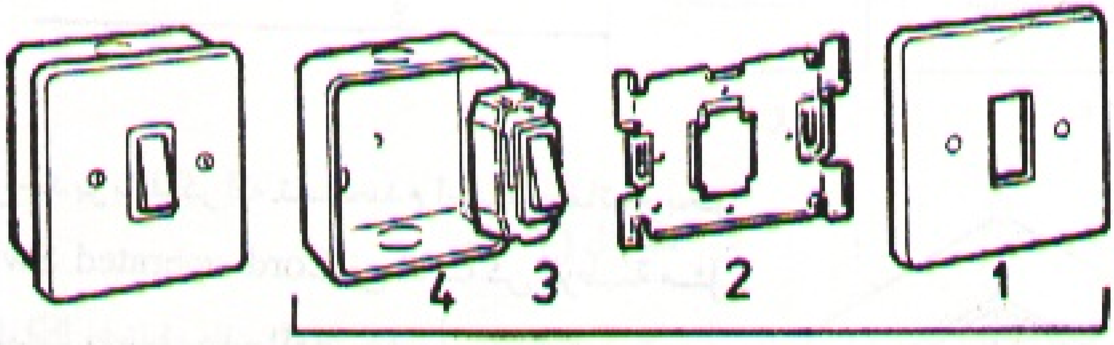
حيث إن :

لوح المفتاح 1

شبكة تجميع 2

آلة المفتاح 3

علبة المفتاح 4



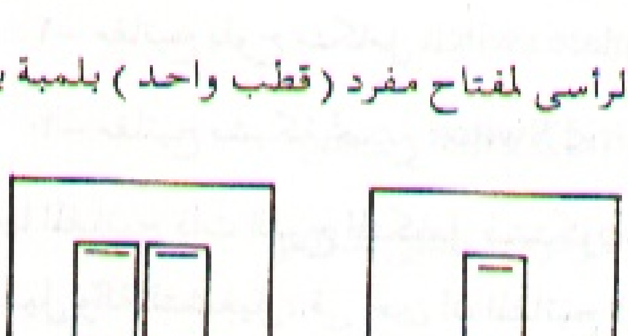
ب أ

الشكل (٣-٨)

علماً بانه يتم تثبيت المفاتيح بصفة عامة على علب مفاتيح .

والجدير بالذكر ان بعض المفاتيح تكون مزودة بلمبة بيان تضيء عند وضع المفتاح على وضع ON.

و الشكل (٤-٩) يعرض المسقط الرأسي لمفتاح مفرد (قطب واحد) بلمبة بيان (الشكل أ)، ومفتاح توالي بلمبتين بيان (الشكل ب).

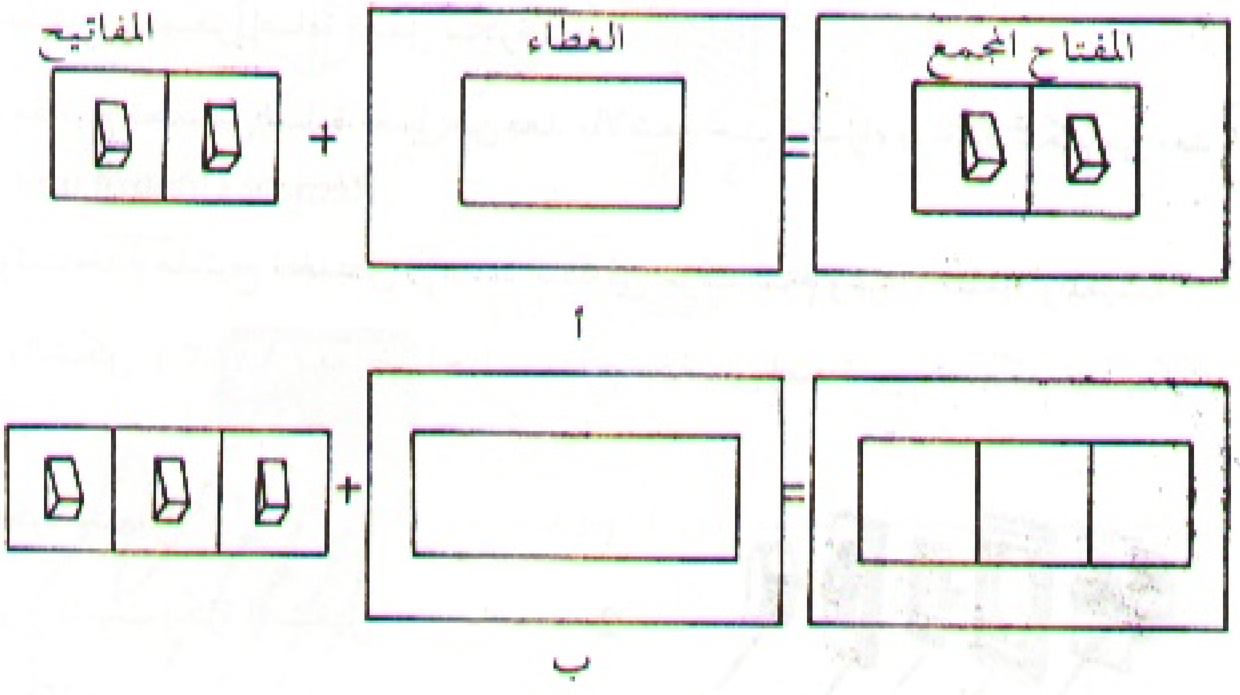


ب أ

الشكل (٣-٩)

وتتواجد مفاتيح متعددة الموديولات تشبه في تركيبها المفاتيح ذات شبكة التجميع ، حيث تتيح الفرصة لتجميع مفاتيح لها أكثر من وظيفة على

لوح واحد تبعاً لطلب الزبون . و الشكل (٤-١٠)، يبين نوعيين من المفاتيح المتعددة الموديولات، فـ (الشكل أ) يعرض مفتاح بموديولين، و (الشكل ب) يعرض مفتاح بثلاثة موديولات .



الشكل (٣-١٠)

٣ / ٣ - مفاتيح التخفيض Dimmer Switches

تنقسم مفاتيح التخفيض حسب الوظيفة إلى :

- مفاتيح تخفيض إضاءة للتحكم فى شدة إضاءة المصابيح الكهربية .
- مفاتيح تخفيض سرعة للتحكم فى سرعة المحركات كمحرك مروحة الشفط الموجودة فى المطابخ والحمامات .

أما مفاتيح تخفيض الإضاءة فتتواجد في صورتين من حيث الاستخدام وهما :

١- مفاتيح تخفيض إضاءة المصابيح المتوهجة .

٢- مفاتيح تخفيض إضاءة مصابيح الفلورسنت .

وكذلك يمكن تقسيم مفاتيح تخفيض الإضاءة من حيث طريقة التشغيل إلى :

١- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل باللمس.

٢- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل بالضغط.

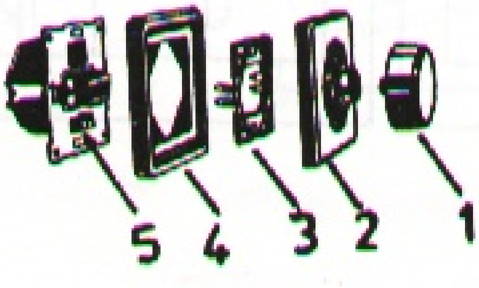
٣- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل ببكرة دوارة.

٤- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل من بعد بالأشعة تحت الحمراء بوحدة تحكم من بعد Remote Control unit.

وتستخدم مفاتيح تخفيض الإضاءة عادة فى غرف النوم وغرف الطعام والمعيشة.

والشكل (٣-١١) يعرض أجزاء مفتاح تخفيض إضاءة يتم التحكم فيه ببكرة بكرة.

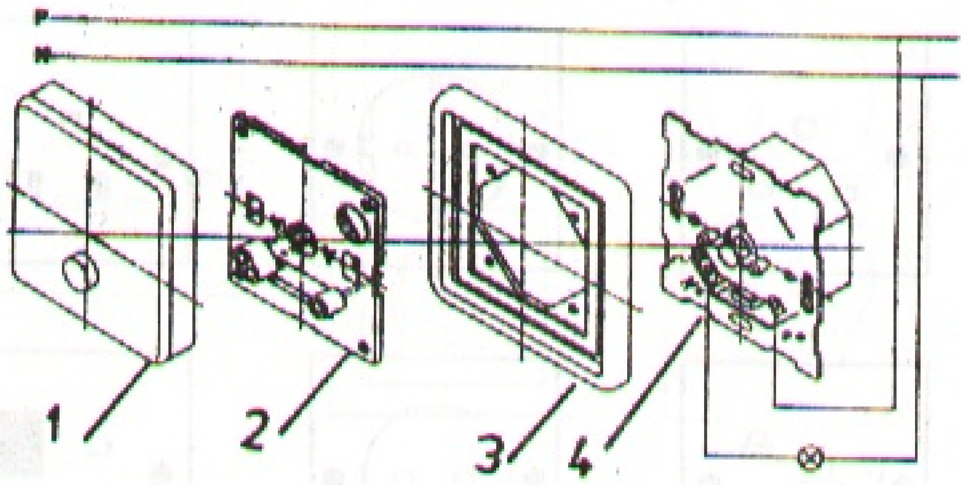
بكرة تشغيل	1
لوح تثبيت بكرة التشغيل	2
شبكة تثبيت	3
إطار خارجى	4
الدائرة الالكترونية لمخفض الإضاءة	5



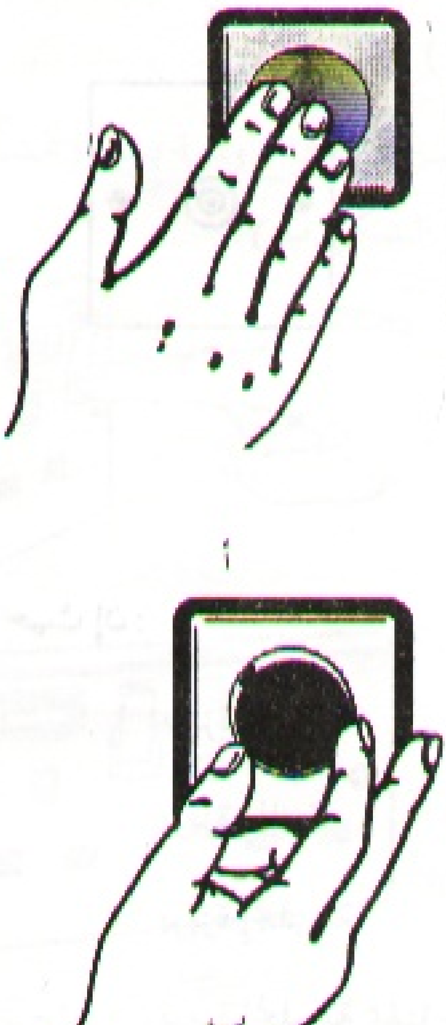
الشكل (٣-١١)

أما الشكل (٣-١٢) فيعرض أجزاء مفتاح تخفيض إضاءة يتم التحكم فيه من بعد، وطريقة توصيله مع المصدر الكهربى ويتكون من:

لوح المفتاح مع عدسة الخلية الضوئية	1
شبكة تثبيت	2
إطار خارجى	3
الدائرة الالكترونية لمخفض الإضاءة	4



الشكل (٣-١٢)



الشكل (٣-١٣)

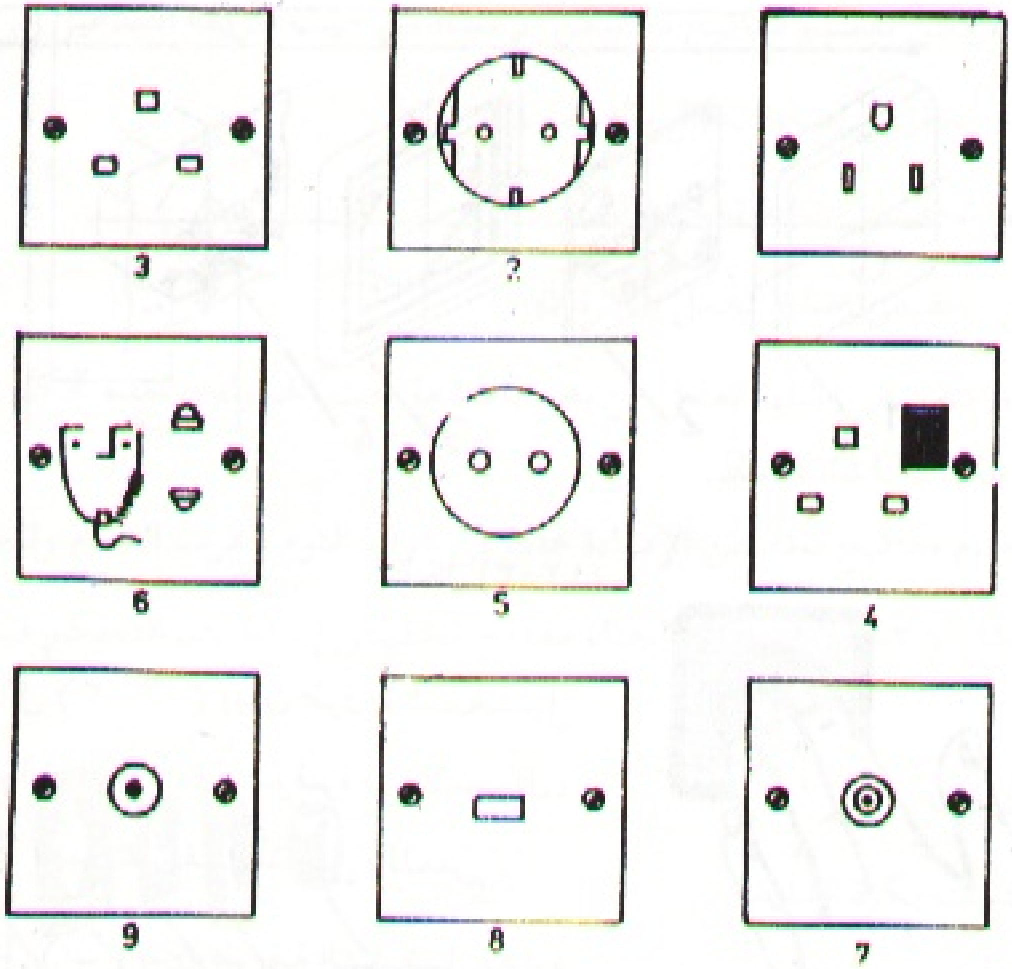
والشكل (٣-١٣) يبين طرق تشغيل مخفضات الإضاءة المتوفرة فى الأسواق، فالشكل (أ) يبين طريقة التشغيل باللمس .

والشكل (ب) يبين طريقة التشغيل بإدارة بكرة دوارة

٤ / ٤- البرايز (المآخذ) Sockets

تعتبر البرايز طريقة سهلة لتوصيل الاجهزة النقالى بالمصدر الكهربى . وتثبت البرايز فى الحائط ويتم توصيل أى جهاز نقالى (تليفزيون - راديو - تسجيل - مكواه - ... إلخ) ببريزة بواسطة فيشة موصلة بالجهاز النقالى من خلال كابل مرن يتراوح طوله ما بين 1.5:2m .

والشكل (٣-١٤) يعرض عدة أنواع من البرايز منها الأمريكى والألمانى والإنجليزى والإيطالى وهم أكثر الأنواع المنتشرة فى الوطن العربى، وكذلك بريزة لماكينة الحلاقة وبريزة تليفون وبريزة تليفزيون .

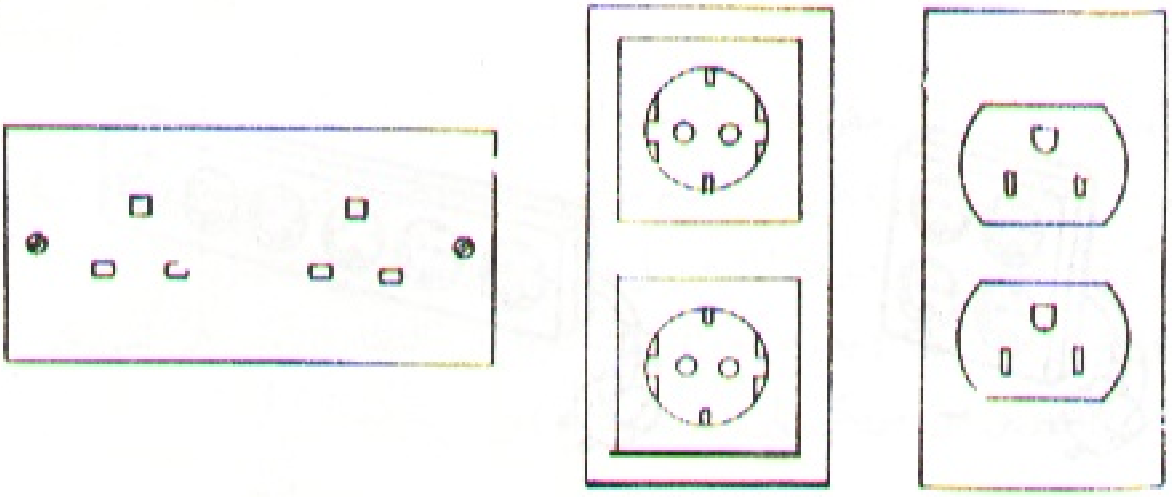


الشكل (٣-١٤)

حيث إن :

بريزة أمريكية	1	بريزة إيطالية	5
بريزة ألمانية	2	بريزة ماكينة حلاقة	6
بريزة إنجليزية	3	بريزة تليفون	7,8
بريزة إنجليزية بمفتاح	4	بريزة تلفزيون	9

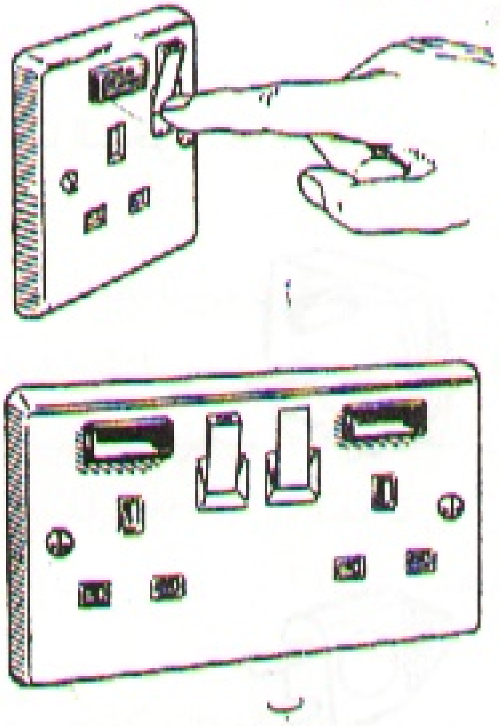
ويوجد فى الأسواق برايز مزدوجة كما هو مبين بالشكل (٣-١٥) .



جـ ب أ

الشكل (٣-١٥)

الشكل (٣-١٦) يعرض نموذجًا لبريزة إنجليزى بمفتاح ولمبة بيان (الشكل أ) ونموذج لبريزة إنجليزى مزدوجة بمفتاح ولمبة بيان (الشكل ب).



أ

ب

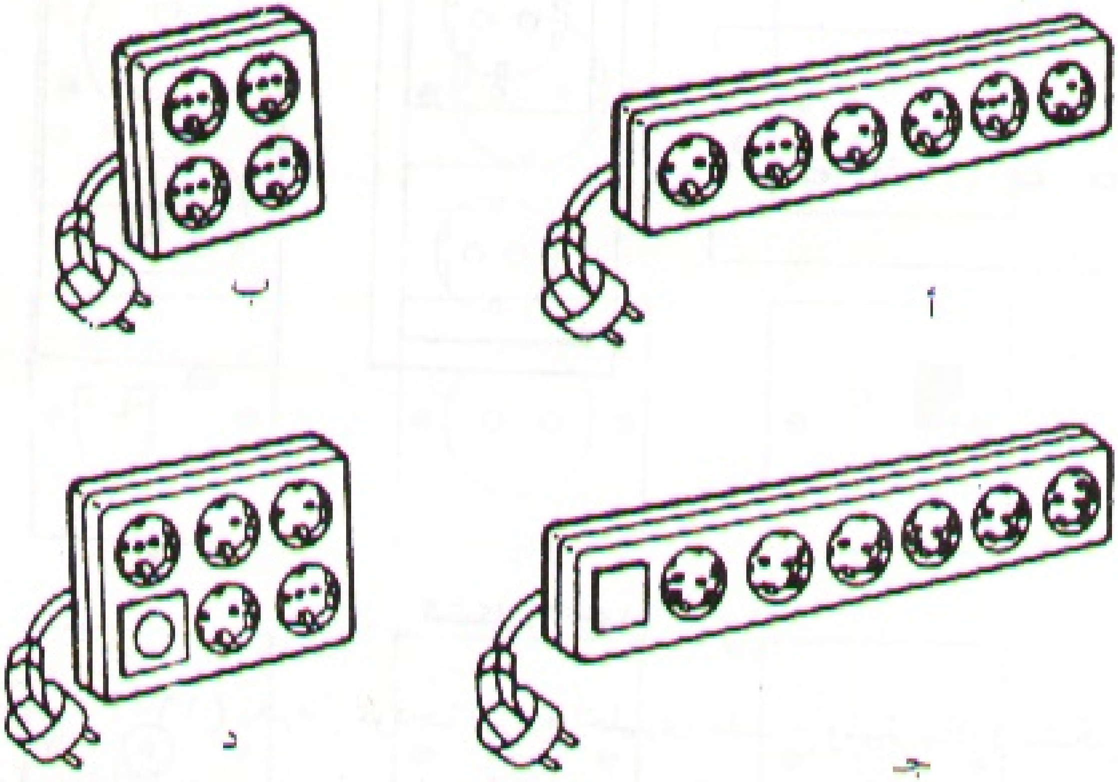
الشكل (٣-١٦)

والجدير بالذكر أن الشركات المصنعة للمفاتيح والبرايز تصنع شبكات متعددة الموديولات يمكن تثبيت مفاتيح وبرايز عليها تبعاً لطلب الزبون. ارجع للفقرة (٣-٣).

٣ / ٥ - مضاعفات المآخذ والفيش والموافقات

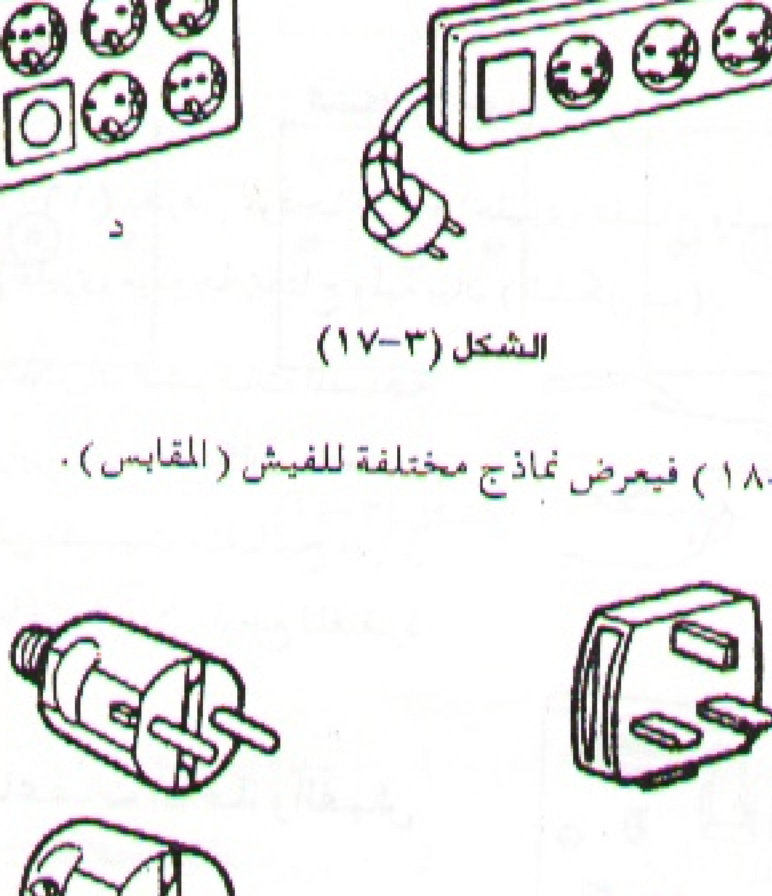
أحياناً يلزم الأمر توصيل أكثر من جهاز كهربى مع بريزة واحدة وذلك لعدم توفر عدد كافٍ من البرايز، الأمر التى يتطلب وحدة مضاعفة مآخذ .

والشكل (٣ - ١٧) يعرض عدة نماذج من وحدات مضاعفة المآخذ مواصفات ألمانية بدون مفتاح (أ،ب)، وبمفتاح (جـ،د).



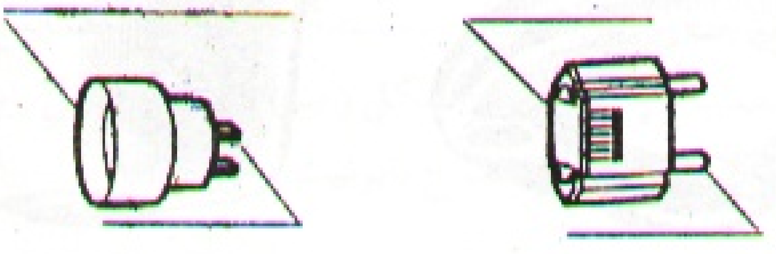
الشكل (٣-١٧)

أما الشكل (٣-١٨) فيعرض نماذج مختلفة للفيش (المقابس).



الشكل (٣-١٨)

والجدير بالذكر أنه فى بعض الأحيان نجد أن فيشة الجهاز الكهربى تختلف عن البريزة الموجودة بالمنزل؛ لذا يمكن استخدام موافق Adaptor للتحويل من بريزة ألمانية إلى أمريكية أو العكس أو موافق للتحويل من بريزة ألمانية إلى إنجليزية أو العكس وهكذا. والشكل (٣-١٩) يعرض موافق للتحويل من النظام أوروبى إلى أمريكى (أ) وموافق للتحويل من أمريكى إلى أوروبى (ب).

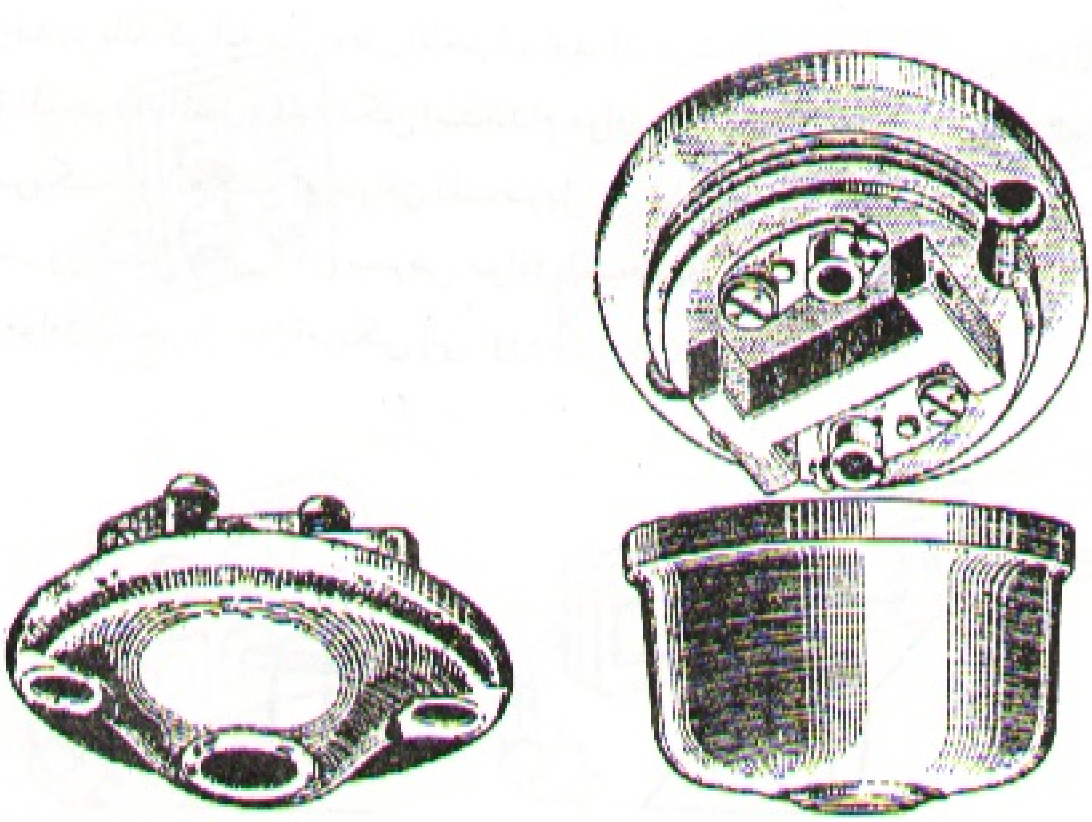


الشكل (٣-١٩)

٣ / ٦ - وردة السقف Ceiling Rose

يوجد نوعان من وردة السقف. **النوع الأول**: وهو القديم ويتكون من قاعدة الوردة وقنطرة خزفية وغطاء للوردة وتكون قاعدة الوردة مزودة بنقطتى توصيل لتغذية المصباح بالتيار الكهربى وتمنع القنطرة الخزفية انتقال الشد من الكابل المرن للمصباح إلى نقاط التثبيت بالقاعدة، وهناك أنواع تتكون من قاعدة الوردة وغطاء للوردة فقط، حيث تستبدل القنطرة الخزفية بفتحتين فى قاعدة الوردة لمنع انتقال الشد إلى نقاط التوصيل الكهربية.

والشكل (٣-٢٠) يعرض نموذجين مختلفين لورد السقف القديمة فالشكل (ب) يعرض نموذجًا يتكون من قطعة واحدة، حيث تدمج القاعدة والغطاء معاً وتثبت شبه غاطسة فى السقف داخل علبة توصيل توضع فى مكان المصباح بالسقف، والشكل (أ) يعرض نموذجاً يتكون من قاعدة وغطاء فقط ويتم تثبيتها فى السقف على قرص خشبى سميك مدفون فى الخرسانة ومثقوب فى المنتصف لإمرار موصلات المصباح.



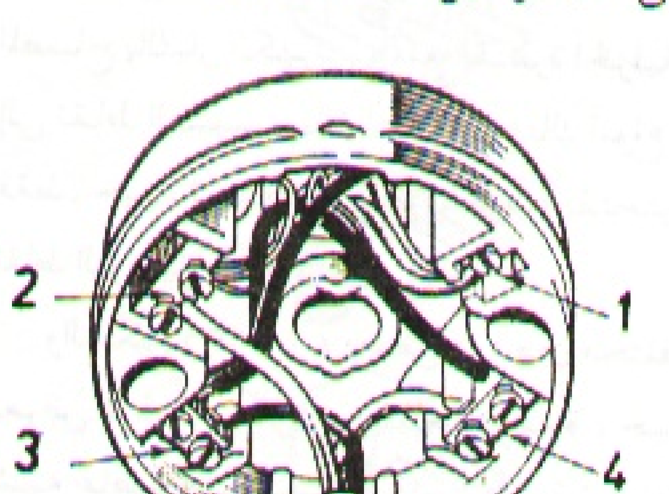
الشكل (٣-٢٠)

النوع الثانى: وهو النوع الحديث ويتكون من قاعدة الوردة وغطاء الوردة وتحتوى قاعدة الوردة على أربع نقاط توصيل لتوصيل أطراف المصدر الكهربى L, N, PE وطرف للمفتاح وتثبت الوردة الحديثة على علبة توصيل مثبتة بالسقف

والشكل (٣-٢١) يعرض نموذجاً لوردة سقف حديثة.

حيث إن:

طرف توصيل الخط L	1
طرف توصيل الأرضى	2
طرف توصيل التعادل	3
طرف توصيل المفتاح	4



الشكل (٣-٢١)

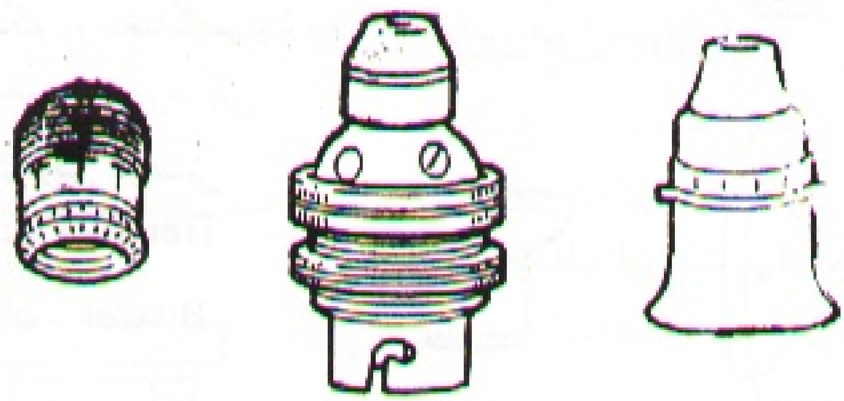
٣ / ٧ - حامل المصباح (الدواية)

تستخدم الدواية فى تثبيت المصابيح المتوهجة ويوجد نوعان من هذه الحوامل وهما:

١- حامل مصباح بايونيت Bayonet ويكون مزوداً بمجرتين لتثبيت مسمارى المصباح المتوهج الذى له قاعدة بايونيت.

٢- حامل مصباح إديسون Edison ويكون مزوداً بقلاووظ داخلى لتثبيت المصابيح المتوهجة ذات القاعدة المقلوظة.

والشكل (٣-٢٢) يعرض ثلاثة أنواع مختلفة من حوامل المصابيح، فالشكل (أ) يعرض حامل مصباح إديسون، والشكل (ب) يعرض حامل بايونيت غير معزول، والشكل (جـ) يعرض حامل مصباح بايونيت معزول.



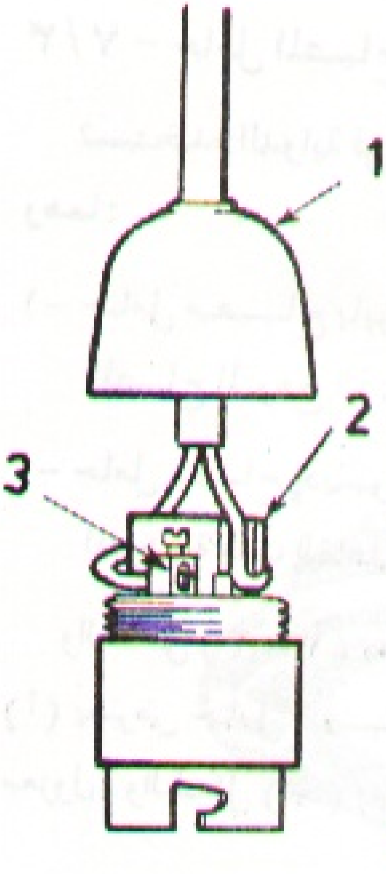
الشكل (٣-٢٢)

أما الشكل (٣-٢٣) فيبين طريقة توصيل كابل المصباح المرن المقاوم للحرارة مع دواية مصباح بايونيت.

حيث إن:

غطاء الدواية	1
عروة لتثبيت الموصلات	2
نقطة توصيل	3

ويوجد أنواع من حوامل المصابيح المتوهجة يمكن تثبيتها مباشرة فى السقف أو على الحائط وهى تسمى بقواعد تثبيت بحوامل.



الشكل (٣-٢٣)

والشكل (٣-٢٤) يعرض نموذجًا لقاعدة تثبيت بحامل مصباح يثبت فى السقف (الشكل أ)، وآخر يثبت على الحائط (الشكل ب). وعادة يتم تثبيت هذه الحوامل ذات قواعد التثبيت على علب توصيل إما بالسقف أو الحائط.

٣ / ٨ - الأجراس الكهربية

يوجد نوعان من الأجراس الكهربية وهما:

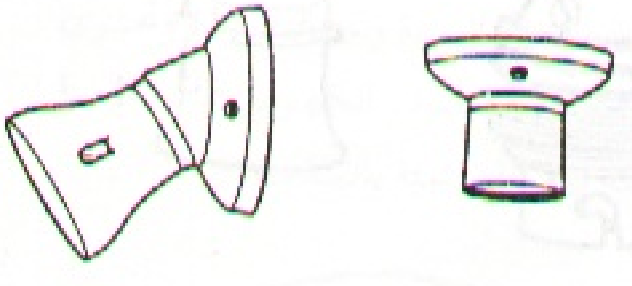
١- الأجراس الالكترونية وتصدر أصواتاً كصوت الطيور والبيانو والموسيقى.

٢- الأجراس الكهرومغناطيسية وهى المنتشرة فى الحياة العملية وتنقسم بدورها إلى:

أ - الجرس الكهربى الرعاش
Trembler Bell

ب- الجرس الطنان Buzzer

جـ- الجرس ذو النغمات
Chime



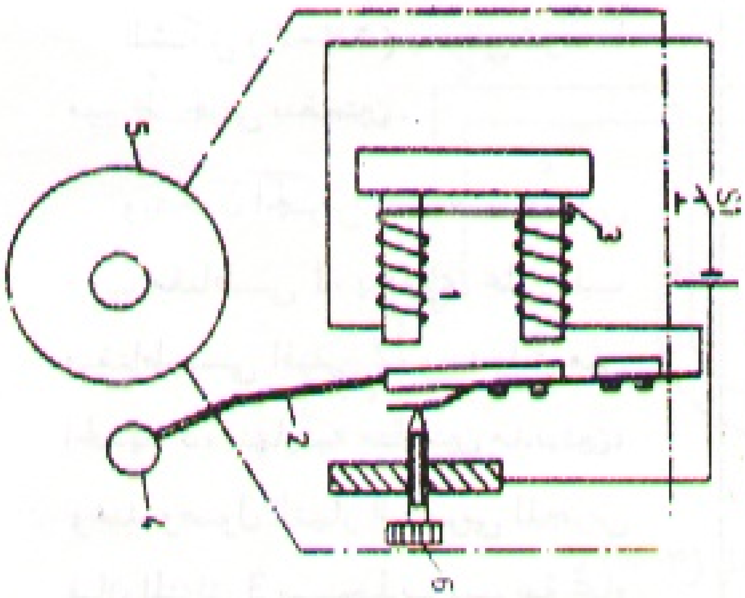
الشكل (٣-٢٤)

وجميع هذه الاجراس تعمل بالتيار المتردد أو المستمر.

٣ / ٨ / ١ - الجرس الكهربى الرعاش

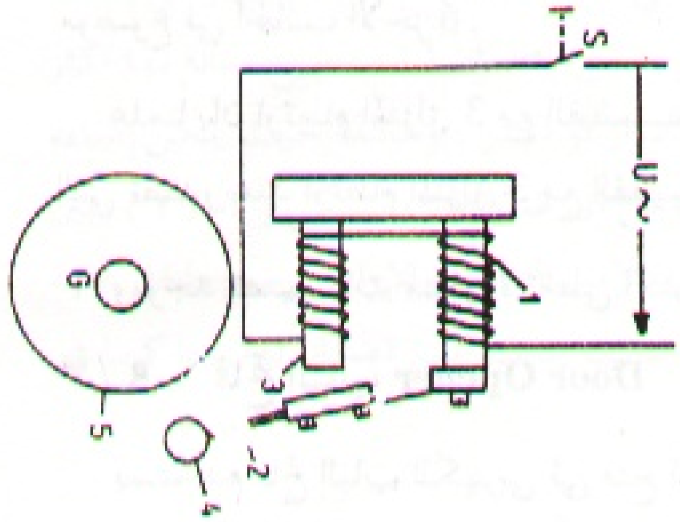
الشكل (٣-٢٥) يبين التركيب الداخلى المبسط لجرس رعاش يعمل بالتيار المستمر، فعند الضغط على الضاغط S تكتمل دائرة الملف الكهربى 1 فتنجذب الحافظة 2 تجاه القلب المغناطيسى 3 ، فترتطم المطرقة 4 فى القرص 5 لتصدر صوتًا، فينقطع مسار التيار للملف1 ويفقد الملف مغناطيسيته فتعود الحافظة 2 لوضعها

الطبيعى فيكتمل مسار التيار للملف 1، وتتكرر العملية وينتج عن ذلك صوت الجرس المعروف؛ علماً بأنه يمكن ضبط الجرس بواسطة المسمار 6.



الشكل (٣-٢٥)

والشكل (٣-٢٦) يبين التركيب الداخلى المبسط لجرس رعاش يعمل بالتيار المتردد، فعند الضغط على الضاغط S يكتمل مسار التيار للملف الكهربى 1 فتنجذب الحافظة 2 تجاه القلب المغناطيسى 3، فترتطم المطرقة 4 فى القرص 5، وحيث إن التيار المتردد الذى تردده 50Hz تصل قيمته للصفر مائة مرة فى الثانية، لذلك فإن الملف الكهربى سيفقد مغناطيسيته مائة مرة فى الثانية فيحدث ارتطام للمطرقة 4 مع القرص 5 مائة مرة فى الثانية فيصدر صوت الجرس المعروف.



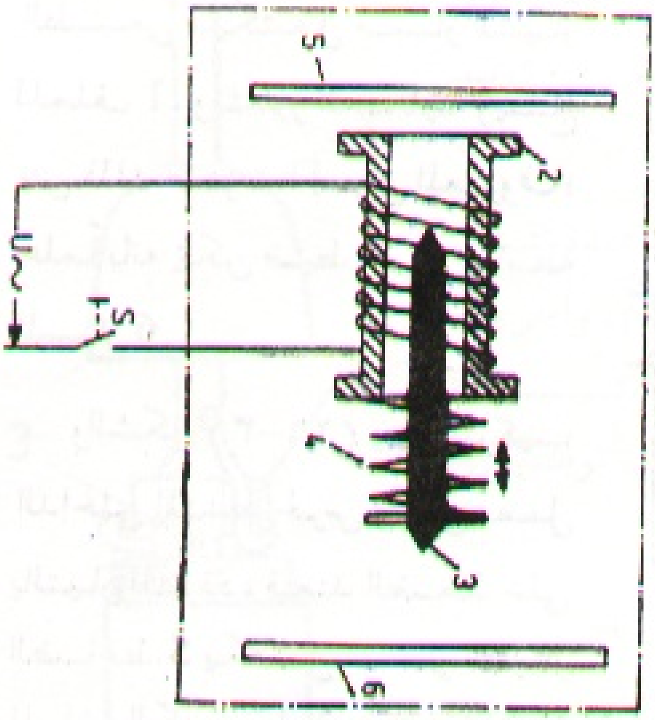
الشكل (٣-٢٦)

٣ / ٨ / ٢ - الجرس الطنان والجرس ذو النغمات

أولاً : الجرس الطنان :

يعمل الجرس الطنان بنفس فكرة الجرس الرعاش عدا أن الجرس الطنان لا يحتوى على مطرقة ولا قرص، ولكن اهتزاز القلب المغناطيسى عند وصول التيار الكهربى وانقطاعه مائة مرة فى حالة التيار المتردد يصدر صوت طنين، وهذا الصوت يعتمد على تصميم الجرس.

ثانياً :الجرس ذو النغمات :



الشكل (٣-٢٧)

الشكل (٣-٢٧) يعرض نموذجًا مبسطًا لجرس بنغمتين.

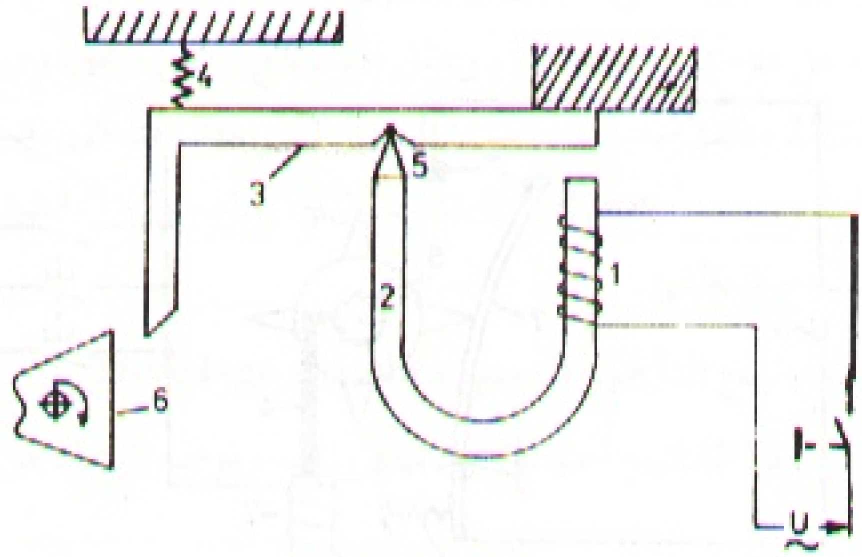
ويتكون الجرس ذا النغمات من ملف مغناطيسى 1، يحتوى على قلب مغناطيسى أفقى 2، ومنزلق من الحديد 3، بنهايتيه مطرقتين مدببتين، وعند وصول التيار الكهربى للجرس فإن المنزلق 3 سينجذب بسرعة تجاه القلب المغناطيسى فى الاتجاه المعاكس للياى 4، فيرتطم فى قضيب معدنى موضوع فى الجانب الأيسر 5، وعند وصول الجهد للصفر يعود القلب المغناطيس فى الاتجاه المضاد بفعل الياى 4 ليرتطم فى قضيب موضوع فى الجانب الآخر 6.

علماً بان ارتطام المنزلق 3 مع القضيب الايسر 5 يعطى نغمة تختلف عن النغمة التى تصدر عند ارتطام المنزلق 3 مع القضيب الايمن 6 .

ويوجد تصميمات متطورة تعطى أكثر من نغمتين.

٣ / ٩ - فاتح الباب Door Opener

يستخدم فاتح الباب الكهربى فى فتح أبواب الفلل والمنازل بواسطة ضاغط كهربى. والشكل (٣-٢٨) يعرض نموذجًا مبسطًا لفاتح باب كهربى، فعند الضغط على الضاغط S يصل التيار الكهربى للملف 1 الملفوف على القلب المغناطيسى2، فينجذب الذراع 3 المثبت على المفصل 5 تجاه القلب المغناطيسى2 ، فيتحرر مسمار القفل 6، وبسهولة يمكن للزائر دفع الباب ليدخل، وعند تحرير الضاغط S (إزالة الضغط عنه) وغلق الباب يدوياً يعود الذراع 3 للوضع الافقى بفعل الياى 4. علماً بانه يمكن فتح القفل بمفتاح قفل عادى.

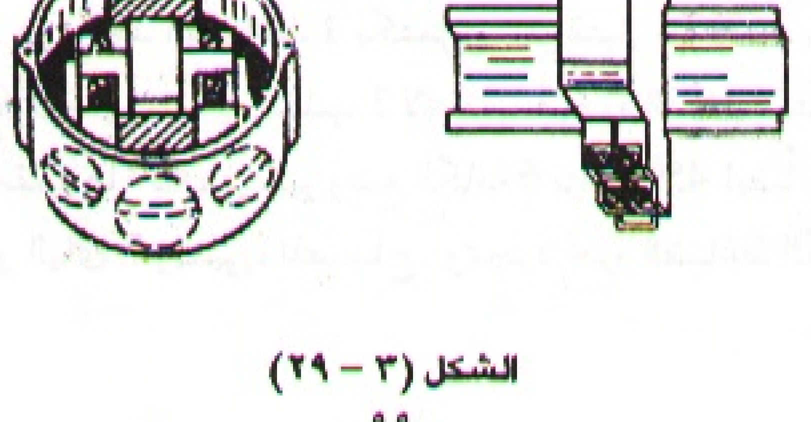


الشكل (٣-٢٨)

٣ / ١٠ - ريلاى الإمساك Latchig relay

يعتبر ريلاى الإمساك هو جهاز كهرومغناطيسى يعمل بالنبضات ، حيث يتغير وضع تشغيل الريلاى من ON إلى Off أو العكس كلما وصلت نبضة جهد من خلال ضواغط كهربية .

ويستخدم ريلاى الإمساك والذى يسمى أحياناً بمفتاح صدمة التيار فى إضاءة مجموعة من المصابيح من عدة مواضع على سبيل المثال إضاءة مصابيح صالة بها أكثر من ثلاثة أبواب أو مصابيح سلم لعمارة 3 أدوار أو أكثر ، وهكذا حيث يمكن إضاءة المصابيح من أى ضاغط وإطفائها كذلك من أى ضاغط . والشكل (٣-٢٩) يبين طريقة تثبيت الأنواع المختلفة، من ريليهات الإمساك النوع الأولى يوضع داخل علبة توصيل كما هو مبين بالشكل (أ) والنوع الثابت يثبت على قضبان أوميجا كما هو مبين بالشكل (ب) .



الشكل (٣ - ٢٩)

٣ / ١٢ - أنظمة الاتصالات الداخلية Intercom

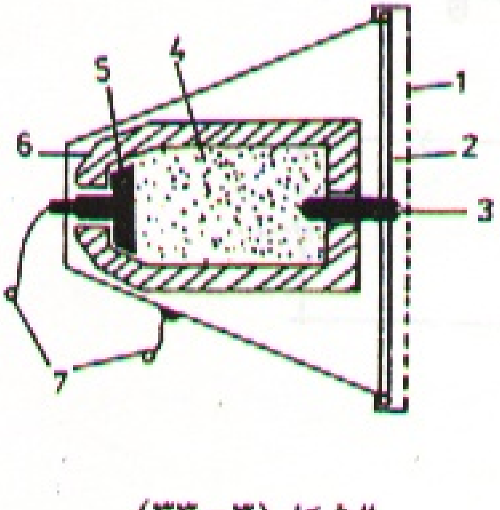
تستخدم أنظمة الاتصالات الداخلية بكثرة فى التركيبات الحديثة، وأبسط هذه الأنظمة نظام الاتصالات الداخلية ذى القناة الواحدة، حيث يوضع جهاز إرسال واستقبال على الباب الخارجى للمنزل، وآخر يوضع بداخل الشقة. ويوجد أنواع من أنظمة الاتصالات الداخلية لها أكثر من قناة حيث يوضع جهاز إرسال واستقبال على الباب الخارجى للعمارة، ويوضع جهاز إرسال واستقبال داخل كل شقة بالعمارة.

ويتكون أى جهاز إرسال واستقبال من ميكرفون وسماعة.

أولا الميكروفون Microphone :

الشكل (٣- ٣٣) يبين تركيب الميكروفون ويتكون من:

1	غطاء مثقب
2	غشاء
3	القطب الأول من الكربون
4	كربون حبيبى
5	القطب الثانى من الكربون
6	اسطوانة تثبيت
7	أطراف توصيل



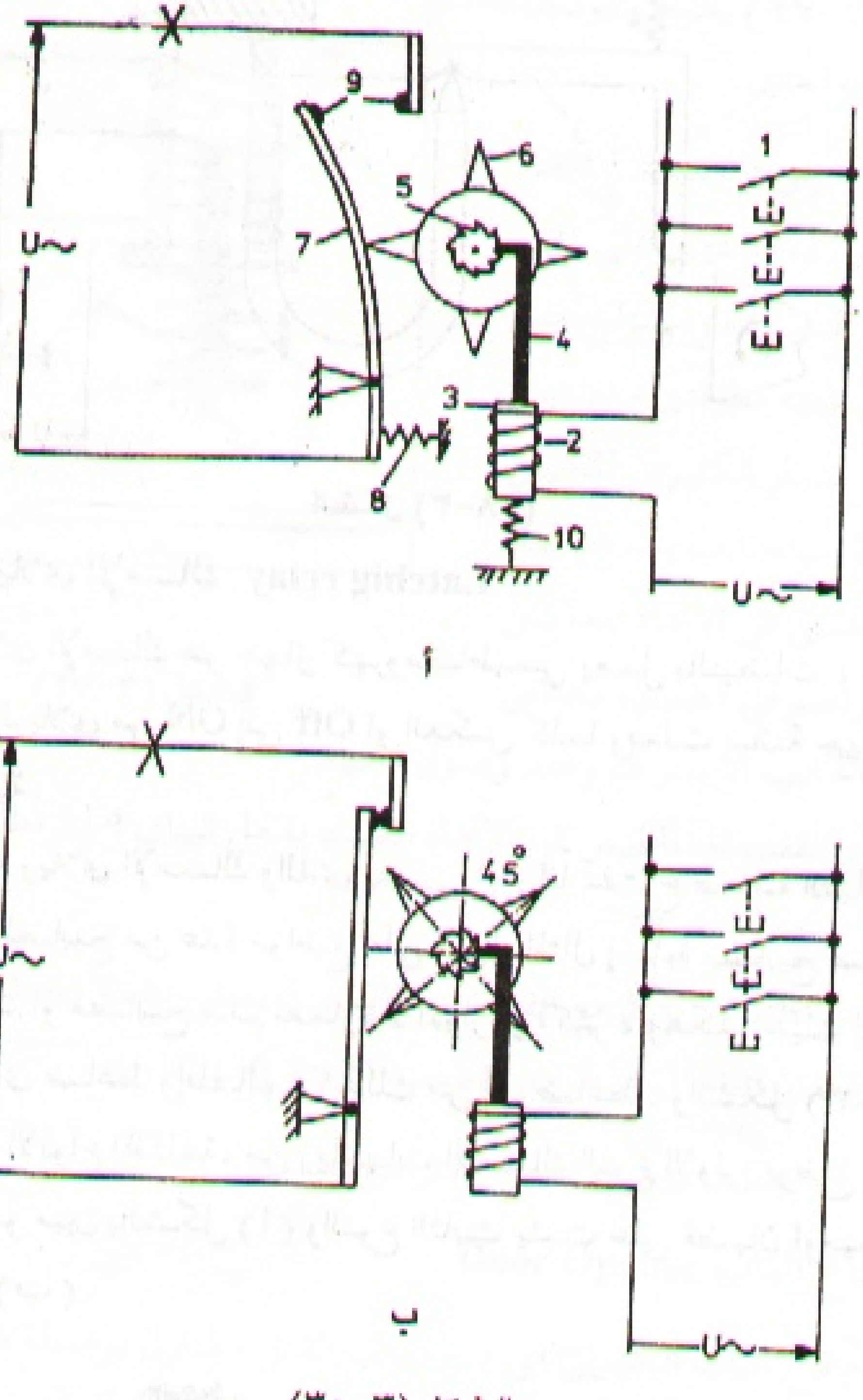
الشكل (٣- ٣٣)

فعند التحدث أمام الميكرفون تمر موجات الصوت من خلال الغطاء المثقب 1، فتعمل على اهتزاز الغشاء 2 بمعدل يعتمد على خواص الصوت، فيهتز القطب الأول 3 داخل حبيبات الكربون 4، فتنضغط حبيبات الكربون وتقل مقاومة القطب الثانى 5 مما يؤدى إلى زيادة شدة التيار المار، وبالتالى فإن الصوت سوف يتحول إلى إشارة كهربية تحمل نفس خواصه.

ثانيا السماعة Speaker :

الشكل (٣-٣٤) يعرض قطاعًا مبسطًا لسماعة وهى تتكون من:

والشكل (٣ – ٣٠) يبين نظرية عمل ريلاى الإمساك .



الشكل (٣-٣٠)

فعند الضغط على أحد الضواغط 1 يكتمل مسار التيار للملف 2، فيعمل المجال المغناطيسى المتكون على جذب القلب 3 لاسفل، فيقوم الذراع 4 بتحريك، قرص الإمساك 5 زاوية مقدارها 45^0، فيتغير وضع الكامة 6 بزاوية 45^0 أيضاً، فتغلق الريشة 9نتيجة لتحرر الياى 7 ويضىء المصباح. وبمجرد تحرر الضاغط الكهربى تنقطع

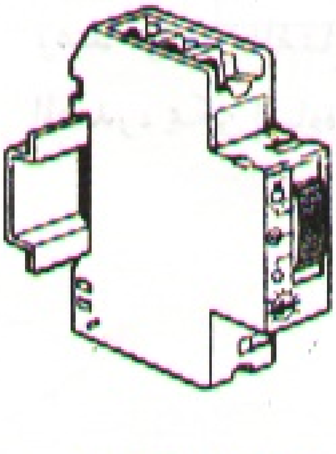
الإشارة الكهربية التى تصل للملف 2 ويعود القلب المغناطيس 3 والذراع 4 لوضعهم الطبيعى بفعل قوة دفع الياى 10، ويظل المصباح مضىء لحين وصول نبضة جهد أخرى للملف 2 وذلك عند الضغط على أحد الضواغط، فتتكرر نفس الدورة السابقة عدا أن الكامة 6 سوف تتحرك 45^0 لتدفع النقطة المتحركة للريشة 9 فينقطع مسار التيار للمصباح فينطفئ.

٣ / ١١ - مفاتيح التأخير الزمنى Time lage switches

يطلق على هذه المفاتيح أحيانا أتوماتيك سلم. ويوجد نوعان من مفاتيح التأخير الزمنى:

١ - مفاتيح التأخير الزمنى الالكترونية وتثبت على قضيب أوميجا كما هو مبين بالشكل (٣-٣١).

٢ - مفاتيح التأخير الزمنى الكهرومغناطيسية ويطلق عليها مفاتيح التأخير الزمنى الهوائية وهى كبيرة الحجم، وتثبت بأربعة مسامير على الحائط وسوف نتناول فى هذه الفقرة نظرية عملها.



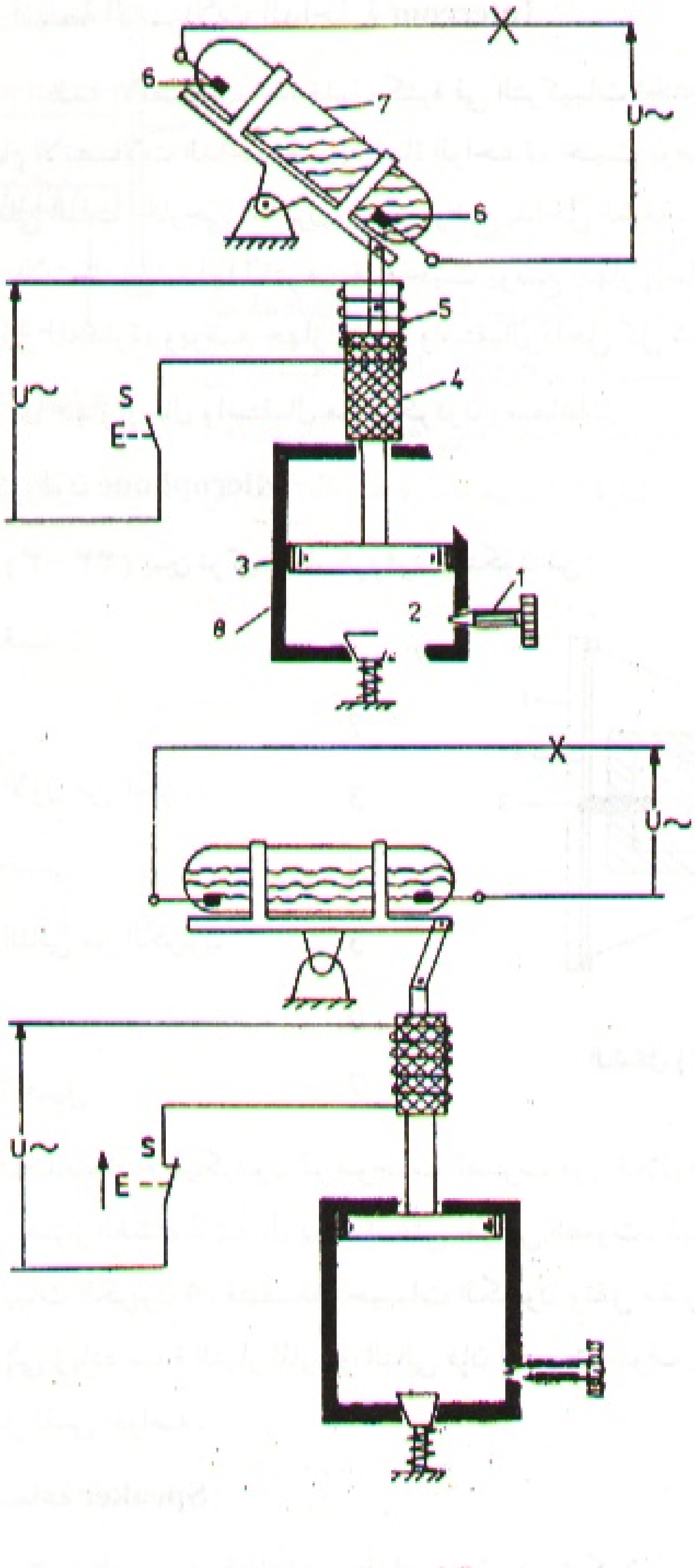
الشكل (٣-٣١)

والشكل (٣ - ٣٢) يعرض مخططًا مبسطًا لمفتاح تأخير زمنى هوائى فى وضع الفصل OFF (الشكل أ)، ووضع التشغيل ON (الشكل ب).

ويتكون مفتاح التأخير الزمنى الهوائى من:

مسمار ضبط معدل خروج الهواء من الاسطوانة	1
صمام سفلى	2
مكبس	3
قلب مغناطيسى	4
ملف كهربى	5
نقاط تلامس	6
مفتاح زئبقى	7
الاسطوانة	8

فعند الضغط على الضاغط S فإن مسار التيار للملف 5 سوف يكتمل، فيتحرك القلب المغناطيسى 4 مع المكبس 3 لأعلى، وبالتالى يعمل الزئبق على إحداث اتصال بين النقطتين 6، وعند حركة المكبس لأعلى يتدفق الهواء عبر الصمام 2 من الهواء الجوى لداخل الأسطوانة 8، وعند تحرير الضاغط فإن المكبس 3 سوف يتحرك لأسفل للوصول للوضع الطبيعى ويخرج الهواء من الأسطوانة عبر الفتحة الضيقة الموجودة بأسفل الأسطوانة والتى يتم التحكم فيها بواسطة المسمار 1، وكلما ازداد الخنق ازداد الزمن اللازم لوصول المكبس للوضع الطبيعى والعكس بالعكس، وبمجرد الوصول للوضع الطبيعى ينقطع الاتصال بين نقاط التلامس 6 لعودة الزئبق لوضعه الطبيعى. وعند توصيل المفتاح الزئبقى مع المصابيح المطلوب التحكم فى إضاءتها مع جهد المصدر، يمكن إضاءة المصابيح مدة زمنية t عند الضغط على الضاغط.



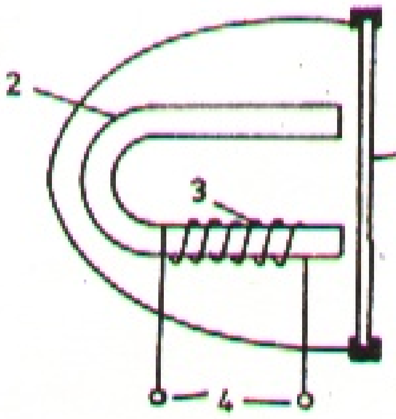
الشكل (٣-٣٢)

غشاء 1

قلب مغناطيسى 2

ملف كهربى 3

أطراف توصيل 4



الشكل (٣-٣٤)

فعند مرور الإشارة الكهربية للصوت والقادمة من الميكروفون فى الملف 3، يتكون مجال مغناطيسى فى القلب 2، ويعمل هذا المجال على اهتزاز الغشاء 1، وبالتالى تتحول الإشارة الكهربية المعبرة عن الصوت إلى الصوت المكافىء.

الباب الرابع
إضاءة المنشآت السكنية

إضاءة المنشآت السكنية

٤ / ١- أهم المصطلحات الفنية للإضاءة

فيما يلى أهم المصطلحات الفنية لتكنلوجيا الإضاءة المستخدمة فى هذا الكتاب :

أ - الفيض الضوئى ϕ Luminous flux

ويعرف على أنه كمية الشعاع الضوئى المنبعثة من المصدر الضوئى فى الثانية الواحدة ووحدتها الليومن (Lumen (L m .

ب - الكفاية الضيائية (η) Luminous efficacy

وتعرف على إنها النسبة بين الفيض الضوئى للمصدر الضوئى وقدرة المصدر الضوئى، فإذا كان الفيض الضوئى لمصباح متوهج قدرته 100W هو 1200Lm فإن الكفاية الضيائية تساوى

$$\eta = \frac{1200}{100} = 12 \text{ Lm / W}$$

جـ - الاستضاءة (E) Illuminance

وتعرف على إنها الفيض الضوئى الساقط عموديا على وحدة المساحات ووحدتها Lux.

$$E = \frac{\phi}{A} \text{ Lm / m}^2 \text{ (Lux)} \rightarrow$$

وحيث إن : الاستضاءة E

الفيض الضوئى Φ

المساحة العمودية على الأشعة الضوئية A

د - دليل ثبات الألوان General Colour rendering Index

ويعرف هذا الدليل بأنه يعبر عن مقدرة المصدر الضوئى على المحافظة على ألوان الأجسام بدون تغير، ويكون دليل ثبات الألوان لمصدر إضاءة صناعى 100 عندما

يوجد تطابق بين ألوان الأجسام الظاهرة تحت ضوء هذا المصدر الضوئى مع لونها الظاهر تحت ضوء الشمس. وكلما قل هذا المعامل عن 100 دل على أنه يوجد تغير كبير فى ألوان الأجسام.

٤ / ٢- مصادر الإضاءة الصناعية

تعتبر المصابيح الكهربية هى مصادر الضوء الصناعية، حيث تقوم بتحويل القدرة الكهربية إلى قدرة ضيائية، ويوجد أنواع متعددة من المصابيح الكهربية تختلف فيما بينها فى الشكل وفى نظرية عملها، **ويمكن تقسيم المصابيح الكهربية بصفة عامة إلى:**

أ - المصابيح الفتيلية ويندرج تحتها.

- المصابيح المتوهجة.
- مصابيح التانجستين هالوجين.

ب- مصابيح التفريغ الغازى ويندرج تحتها.

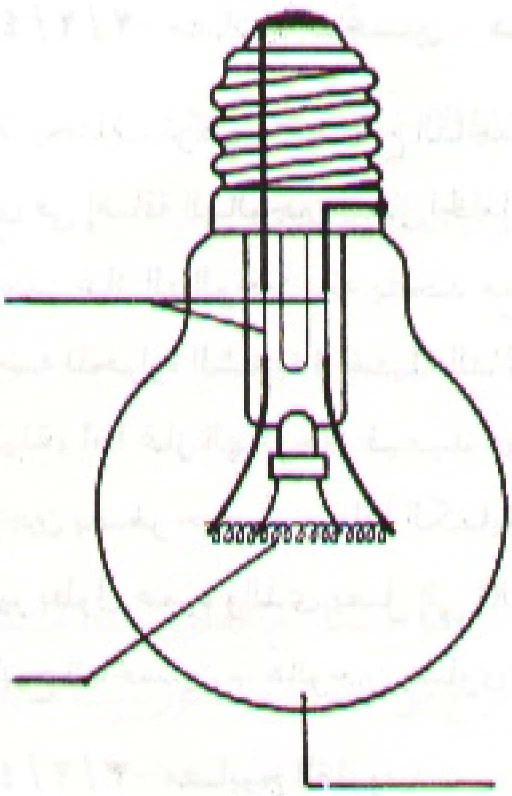
- مصابيح الفلورسنت.
- مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى HPM .
- مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى HPS.
- مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض SOX.
- مصابيح الهاليد المعدنى.

٤ / ٢ / ١- المصابيح المتوهجة

الشكل (٤-١) مسقط رأسى لمصباح متوهج، ويتكون المصباح المتوهج من غلاف زجاجى بصيلى الشكل من النوع الشفاف أو المصنفر، وللمصباح قاعدة نحاسية لتوصيل المصباح بالمصدر الكهربى، ويثبت على هذه القاعدة بداخل الغلاف الزجاجى حامل زجاجى يحمل فتيلة من التانجستين، وعند توصيل التيار الكهربى للمصباح تتوهج الفتيلة بالحد الذى يجعلها تبعث الضوء.

والجدير بالذكر أن قاعدة مصباح التانجستين تكون بقلاووظ أو بمسمارين،

ويوضع بداخل هذا الغلاف الزجاجي غـــاز خـــامل وهو خليط من غـــاز الارجون وغاز النتروجين عند ضغط منخفض، ويعمل هذا الغاز على منع تبخر معدن الفتيلة ومنع أكسدته عند درجات الحرارة العالية، وتعتبر هذه المصابيح منخفضة الجودة إذ أن الكفاءة الضيائية لها تتراوح ما بين (10:15LM/W)، ويصل عــمـــرها 1000 ساعة تشغيل، في حين يصل دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح إلى 100 اى أن جـــمــيع الألوان تظهـــر بطبيعتها تحت ضوء هذه المصابيح .



الشكل (٤-١)

والجدير بالذكر أن معظم الطاقة الكهربية المسحوبة فى المصابيح المتوهجة تتحول إلى طاقة حرارية، فتصل النسبة بين الطاقة الحرارية المشعة والطاقة الكهربية المسحوبة لهذه المصابيح إلى 90% .

والجدول (٤-١) يعرض الخواص الفنية لقدرات مختلفة من المصابيح المتوهجة والتى عمرها المتوسط يساوى 1000 ساعة تشغيل.

الجدول (٤-١)

القدرة W	60	75	100	150	200	300	500	1000
الفيض الضوئى Lm	730	960	1380	2220	3150	5000	8400	18800
الكفاية الضوئية Lm /W	12.2	12.8	13.8	14.9	15.8	16.7	16.8	18.8

ويلاحظ من الجدول السابق أنه كلما زادت قدرة المصباح ازادت الكفاية الضيائية للمصباح.

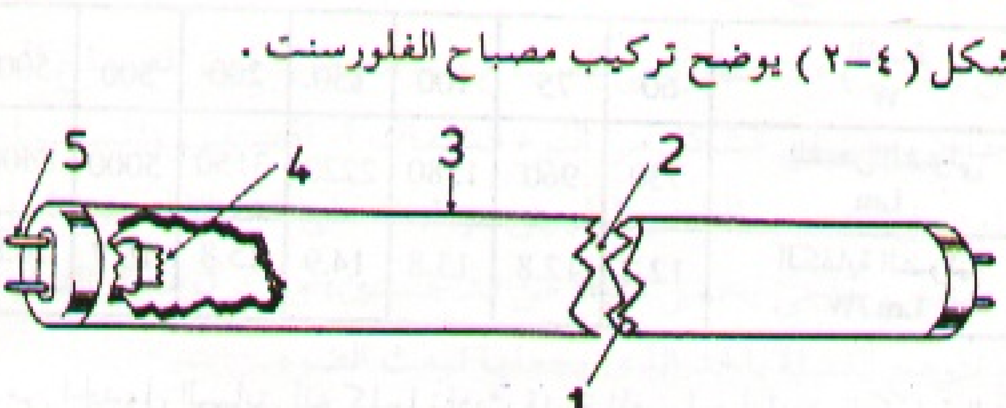
٤ / ٢ / ٢- مصابيح التانجستين - هالوجين

لا يختلف تركيب مصباح التانجستين - هالوجين عن تركيب المصباح المتوهج سوى فى إضافة الهالوجين للغاز الخامل الموجود بداخل الغلاف الزجاجى للمصباح، ويتميز غاز الهالوجين بأنه يتحد مع بخار التانجستين، ويتحلل هذا الخليط عند تعرضه للحرارة الشديدة لفتيلة التانجستين، فيترسب التانجستين مرة أخرى على الفتيلة، أما غاز الهالوجين فيعيد دورته مرة أخرى، ويتميز مصباح التانجستين هالوجين بصغر حجمه وزيادة الكفاية الضوئية له إذ تصل إلى 20Lm/W، وكذلك يتميز بطول عمره والذى يصل إلى 2000 ساعة تشغيل، كما أن دليل ثبات الألوان لمصابيح التانجستين - هالوجين يساوى 100 .

٤ / ٢ / ٣- مصابيح الفلورسنت

يتكون مصباح الفلورسنت من أنبوب زجاجى مستقيم أو على شكل U أو على شكل دائرة، وتملأ هذه الأنبوبة ببخار الزئبق ويثبت فى طرفى هذه الأنبوبة قاعدتين معدنيتين، ويثبت على كل قاعدة فتيلة من التانجستين بمسمارين، وعند مرور التيار الكهربى فى هذه الفتايل ترتفع درجة حرارتها إلى 100 درجة مئوية فيحدث تفريغ غازى بين الفتيلتين؛ وينتج عن ذلك شعاع فوق بنفسجى وهو غير مرئى وتقوم طبقة الفلورسنت المبطن بها الجدار الداخلى للأنبوبة بتحويل هذا الشعاع غير المرئى إلى شعاع مرئى، ويعتمد لون الشعاع الضوئى المنبعث من هذه المصابيح على نوع مسحوق الفلورسنت المبطن به الجدار الداخلى للأنبوبة الزجاجية للمصباح.

والشكل (٤-٢) يوضح تركيب مصباح الفلورسنت .



الشكل (٤-٢)

حيث إن :

الفراغ الداخلي للمصباح ويملأ بغاز الأرجون وبخار الزئبق	1
الأنبوبة من الداخل وتغطى بمسحوق الفلورسنت	2
أنبوبة زجاجية	3
قطب (فتيلة من التانجستين)	4
نقاط التلامس	5

وتعد مصابيح الفلورسنت البيضاء هي أكثر المصابيح الفلورسنت انتشاراً لإستخدامها في الإضاءة العامة . وتوجد عدة أنواع من مصابيح الفلورسنت البيضاء تبعاً للون الضوء المنبعث منها .

والجدول (٤-٢) يعرض هذه الأنواع ومواصفاتها الفنية .

الجدول (٤-٢)

دليل ثبات الألوان	درجة اللون	درجة اللون
61	أبيض	أبيض White
85:100	أبيض يميل للزرقة	ضوء النهار Day Light
85:100	أبيض يميل للصفرة	أبيض بارد Cool White
85:100	أبيض يميل للحمرة	أبيض دافئ Warm White
70 : 84	أحمر	طبيعي natural

والجدير بالذكر أن أكثر الألوان المستخدمة في المنازل هو الأبيض الدافئ والطبيعي .

والجدول (٤ – ٣) يعرض خواص اللمبات الفلورسنت الخطية المتوفرة في الأسواق .

الجدول (٤ – ٣)

قدرة المصباح W	طول المصباح mm	قدرة المصباح والملف الخانق	الفيض خلال 2000 ساعة	
			أبيض دافئ	طبيعي
20	600	32	1100	800
40	1200	48	2700	2100
65	1500	78	4600	3400

وتنقسم مصابيح الفلورسنت إلى ثلاثة أنواع حسب طريقة البدء وهم كما يلي :

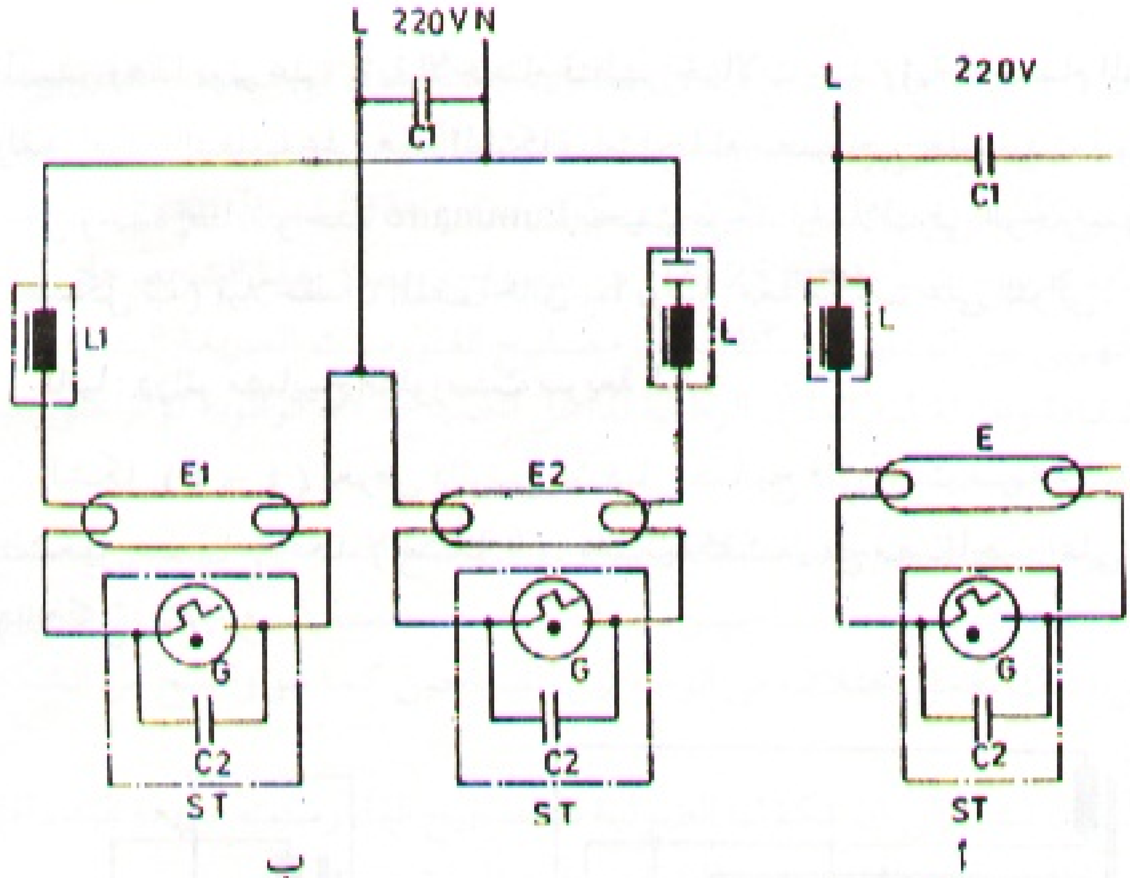
- مصابيح بتسخين مسبق .
- مصابيح سريعة البدء .
- مصابيح لحظية البدء .

أولاً : دوائر المصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق :

الشكل (٤ – ٣) يعرض دائرتين تشغيل لمصابيح فلورسنت بتسخين مسبق، الاولي لتشغيل مصباح واحد (الشكل أ)، والثانية لتشغيل مصباحين علي التوازي (الشكل ب) .

حيث إن :

مكثف لتحسين معامل قدرة المصباح	C_1
مكثف لتقليل تداخل الراديو أثناء بدء المصباح	C_2
مفتاح متوهج (Glow Swith)	G
بادئ Starter	ST
المصباح	E_1, E_2
ملف خانق	L_1, L_2



الشكل (٤-٣)

نظرية عمل الدائرة المبينة بالشكل أ :

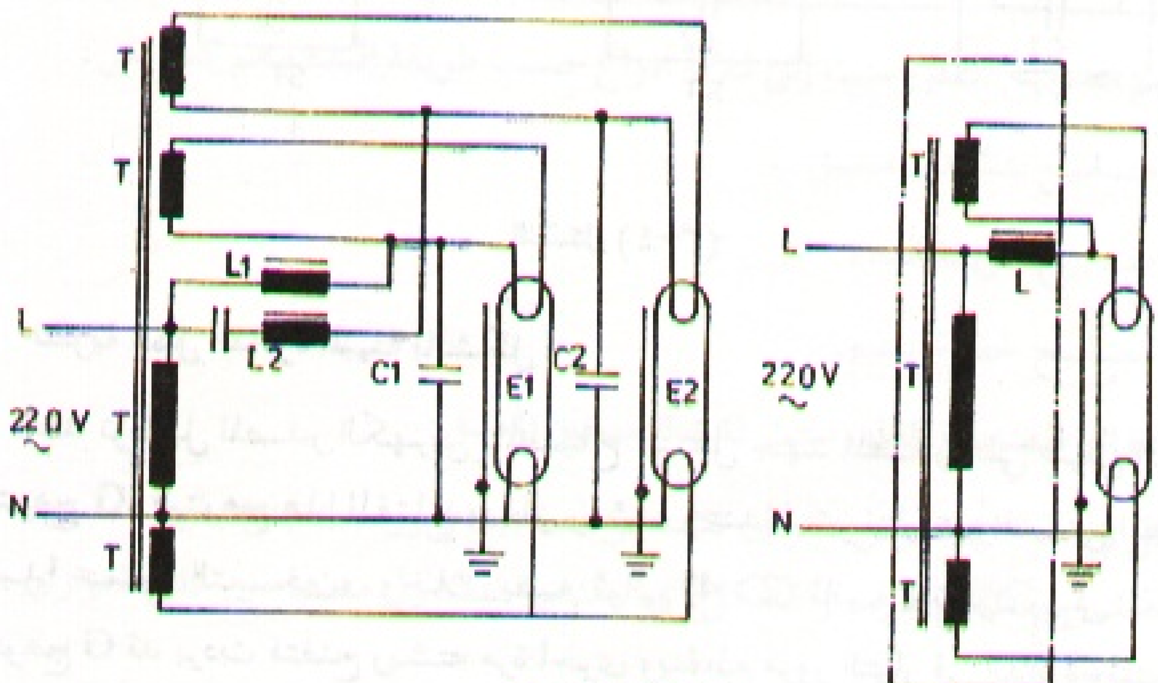
عند توصيل المصدر الكهربى بالمصباح ينتقل جهد المصدر علي طرفي المفتاح المتوهج G، فيتوهج هذا المفتاح ويغلق ريشته وعندئذ يمر تيار عبر فتيلتي المصباح وتبدأ عملية التسخين، وخلال بضع ثواني (4 : 2) ثانية ، تكون ريش المفتاح المتوهج G قد بردت فتفتح ريشته مرة أخرى وينقطع مرور التيار فى الدائرة وينتج عن ذلك قوة دافعة كهربية تتولد على أطراف الملف الخانق L، وهذا الجهد كافٍ لإحداث تفريغ غازى بين فتيلتى المصباح ويضىء المصباح ويصبح فرق الجهد بين فتيلتى المصباح صغيراً وغير كافى لتوهج مفتاح التوهج G. وأحياناً يحدث فشل فى مرة البدء الأولى، فتتكرر مرات البدء حتى يعمل المصباح والجدير بالذكر أن معامل قدرة مصباح الفلورسنت يصل إلى 0.5 نتيجة لممانعة ملف الخنق لذلك ينصح بتوصيل مكثف على التوازى مع المصباح لتحسين معامل القدرة.

ومن المشاكل المعروفة عند استخدام لمبات الفلورسنت ظاهرة الارتعاش Flicker-ing حيث يحدث ارتعاش للضوء المنبعث من المصباح بتردد يساوى ضعف تردد

المصدر وهذا يؤثر على رؤية الأجسام فتظهر خيالات عند رؤية الأجسام المتحركة. ولقد أمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام مصباحين فلورسنت موضوعين داخل وحدة إضاءة واحدة Luminaire بحيث يوجد اختلاف فى الوجه بينهما كما (بالشكل ب) فيلاحظ أن الملف الخانق L_2 يوصل معه مكثف على التوالى.

ثانيًا: دوائر مصابيح الفلورسنت سريعة البدء

الشكل (٤ - ٤) يعرض دائرتين تشغيل لمصابيح فلورسنت سريعة البدء الأولى لتشغيل مصباح واحد (الشكل أ)، والثانية لتشغيل مصباحين على التوازى (الشكل ب).



الشكل (٤ - ٤)

حيث إن:

وحدة الكبح B

مكثفات لتحسين معامل القدرة C_1, C_2

مصابيح فلورسنت E_1, E_2

ويحتاج مصباح الفلورسنت سريع البدء إلى تسخين مستمر لفتيلتيه، ويتم ذلك باستخدام وحدة كبح B (Ballast Unit) تتكون من محول بملفين ثانويين T وملف خانق L، ويوصل كل ملف ثانوى للمحول بالتوازى مع فتيلة للمصباح. والجدير

بالذكر أن هذا المصباح لا يحتاج لبادئ تقليدى كالمستخدم فى مصباح الفلورسنت ذات التسخين المسبق، ولكنه يحتاج لشريط إشعال وهو عبارة عن شريط يمدد بالتوازى مع المصباح ويوصل بالأرضى ويكون عرض هذا الشريط 25mm ويوضع على مسافة تتراوح ما بين (18: 25 mm) من المصباح، ويعمل هذا الشريط على إزالة المجال الكهربى بين الفتايل. وعادة تكون مصابيح الفلورسنت السريعة البدء مغطاة بطبقة شفافة وعازلة لمنع انتقال الرطوبة لداخل المصباح؛ لأن الرطوبة تؤثر على بدء هذا النوع من المصابيح.

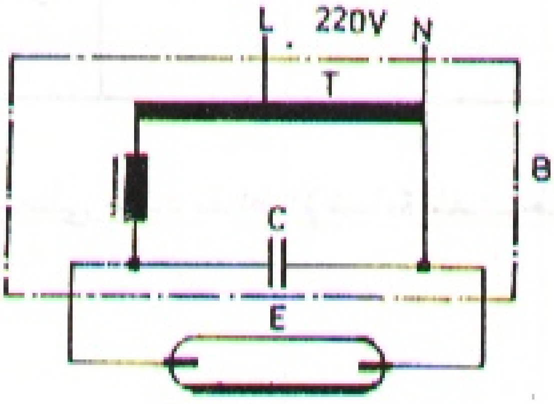
والجدير بالذكر أنه يوجد اختلاف فى وحدة الكبح المستخدمة مع مصباح واحد والمستخدمة مع مصباحين، فالثانية مصممة لمنع حدوث ظاهرة الارتعاش وذلك بعمل اختلاف فى الوجه بين المصباحين كما هو واضح من الشكل ب.

ونحب أن نشير إلى أن الكفاءة الضوئية للمصابيح الفلورسنت سريعة البدء أقل من مثيلتها للمصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق.

ثالثًا : دوائر مصابيح الفلورسنت اللحظية البدء:

الشكل (٤ – ٥) يعرض دائرة مصباح فلورسنت لحظى البدء، ويلاحظ من هذا الشكل أن المصباح له قطبين ويوصل كل منهما بمسمار واحد ويستخدم فى تشغيل هذا المصباح وحدة كبح B تحتوى على محول ذاتى T، وملف خانق L، ومكثف C.
وعند توصيل المصدر الكهربى بأطراف الدائرة يقوم المحول الذاتى T برفع الجهد المسلط على أطراف المصباح إلى حوالى (400: 1000v)، فيعمل على بدء التفريغ الغازى داخل أنبوبة المصباح، وعند حدوث التفريغ الغازى يقوم الملف الخانق L بتقليل الجهد على أطراف المصباح ليصبح مساويًا للجهد المقنن للمصباح.

ويعمل المكثف C لتحسين معامل قدرة المصباح.



٤ / ٣ - مستويات الإضاءة فى المنازل :

الجدول (٤ - ٤) يعطى القيم المتوسطة للاستضاءة فى الأماكن المختلفة بالمنازل .

الجدول (٤ - ٤)

المكـــان	الاستضاء Lux	المكـــان	الاستضاء Lux
المطبخ	200	الحمامات	100
مكان العمل	300	غرف النوم الرئيسية	
القاعات واستراحات السلم	100	عامة	50
السلم	100	عند مكان القراءة علي السرير	150
		عند مكان التسريحة	150
الجراج	50	غرف نوم الأطفال	
غرفة المعيشة		عامة	100
إضاءة عامة	50	عند مكان القراءة علي السرير	150
إضـــاءة عند مكان القـــراءة العرضية	100	عند مكان المذاكرة	300
إضاءة عند مكان الخياطة	300		
إضاءة عند مكان القراءة المطولة			

والجدول (٤ - ٥) يعطى عـدد نقاط الإضاءة المقترحـة فى الأمـاكن المختلفـة بالمنازل .

الجدول (٤ - ٥)

المكان	المساحة	عدد نقاط الإضاءة
غرفة المعيشة	حتى $15m^2$	– نقطة أو نقطتان فى السقف – نقطة أو نقطتان على الحائط
	أكبر من $15m^2$ (مربعة)	– نقطة إلى أربع نقاط فى السقف – نقطة إلى أربع نقاط على الحائط
	أكبر من $15m^2$ (مستطيلة)	– نقطتان فى السقف على الأقل – أربع نقاط على الحائط
غرفة الطعام		نقطة إضاءة أعلى الطاولة
المطبخ		نقطة أو نقطتان فى السقف مع نقط إضافية تثبت أسفل دواليب المطبخ لإضاءة سطح العمل
غرف نوم زوجية		نقطة فى السقف ونقطة على الحائط للتسريحة، وأخرى على رأس السرير ويفضل استخدام مصباحين متدلين واحدة عند كل جانب لمرآة التسريحة
غرف نوم فردية غرف نوم ومذاكرة		نقطة فى السقف بالإضافة إلى نقطة أو نقطتين بالحائط
القاعات واستراحات السلم		نقطة سقف فى كل استراحة أو قاعة
الجراج		نقطة إضاءة فى السقف

تابع الجدول (٤ - ٥)

المكان	المساحة	عدد نقاط الإضاءة
الحمام	أقل من $5m^2$ أكبر من $5m^2$	نقطة إضاءة فى السقف نقطة إضاءة فى السقف وأخرى أعلى المرآة
دورة المياه		نقطة إضاءة فى السقف ونقطة إضاءة على الحائط أعلى المرآة
بلكونة (شرفة) فى دور علوى		نقطة بالسقف
الباب الخارجى		نقطة خارجية أعلى الباب من الخارج

٤ / ٤ - وحدات الإضاءة Luminaires :

تتكون وحدات الإضاءة (فوانيس الإضاءة) من المصباح الكهربى وقاعدته ووحدة الكبح الخاصة به (فى حالة مصابيح التفريغ الغازى) وناشرات الضوء الخاصة بتوزيع الضوء . **وفيما يلى أهم وظائف وحدات الاضاءة :**

- تستخدم فى تثبيت المصابيح الكهربية .
- تقوم بتعديل توزيع الضوء المنبعث من المصباح بواسطة ناشر الضوء للحصول على نوع الإضاءة المطلوب .
- حماية المصباح من المؤثرات الخارجية مثل الاتربة والماء .
- تحديد اللمعان المبهر الذى يجهد النظر .
- إضافة لمسة جمالية للمكان .

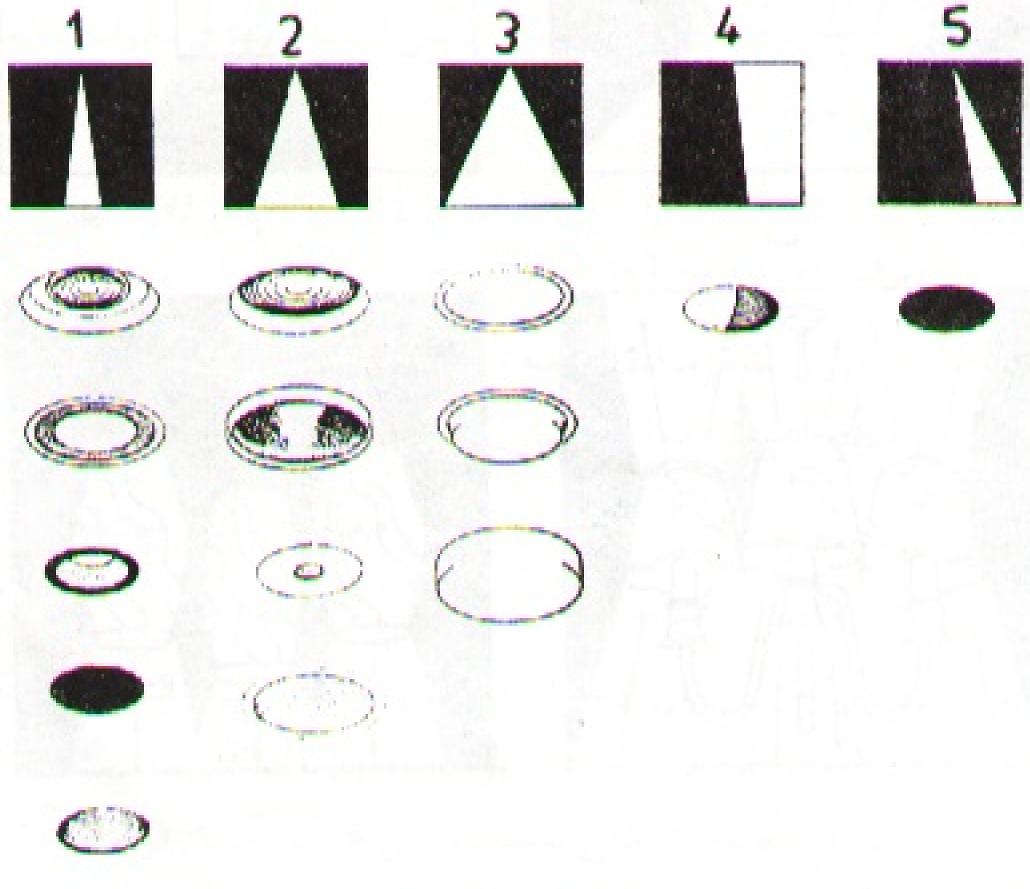
والجدول (٣ - ٦) يعرض توزيع الاستضاءة للأنواع المختلفة من الإضاءة .

الجدول (٤ - ٦)

نوع الإضاءة	النسبة المئوية لتوزيع الإضاءة	
	لأعلى	لأسفل
مباشرة	0: 10	90 : 100
شبه مباشرة	40 : 10	60 : 90
غير مباشرة	10 : 90	0 : 10
شبه غير مباشرة	90 : 60	10 : 40
منتشرة	60 : 40	40 : 60

٤ / ٤ / ١ - وحدات الإضاءة الإسطوانية والمتدلية:

الشكل (٤ - ٦) يعرض عدة نماذج لوحدات الإضاءة الاسطوانية . فالنموذج الاول (1) يعطى إضاءة ضيقة، والنموذج الثانى (2) يعطى إضاءة متوسطة.

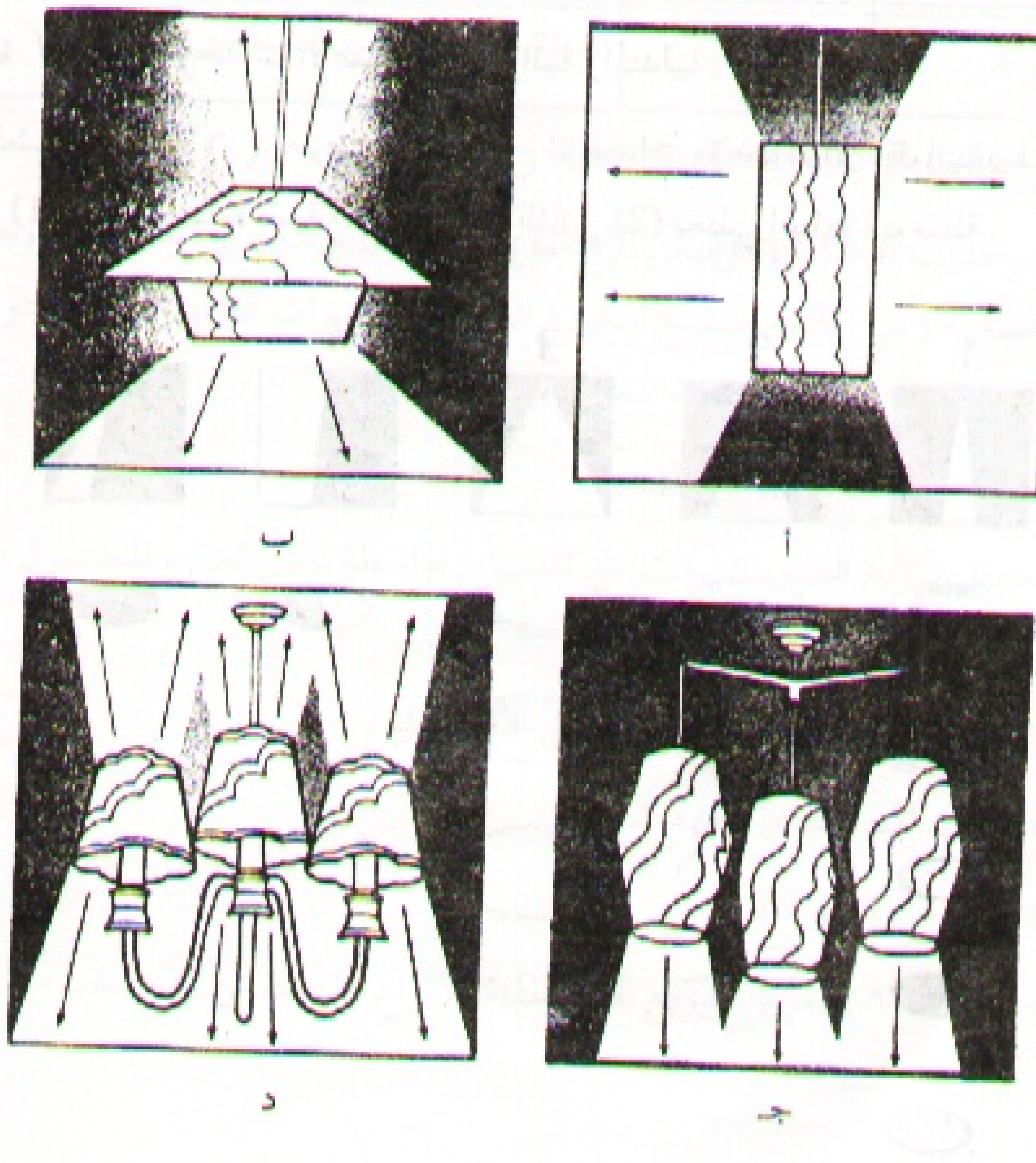


الشكل (٤ - ٦)

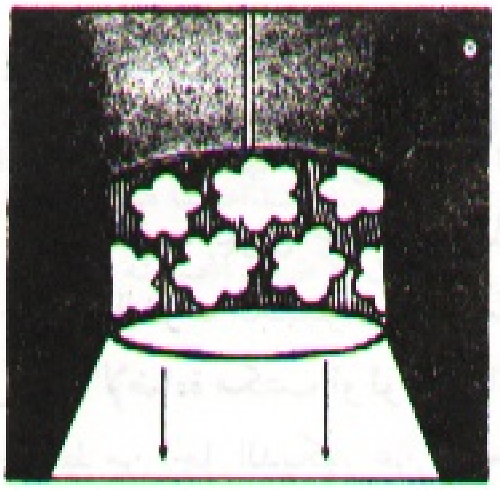
والنموذج الثالث (3) يعطى إضاءة واسعة ،والنموذج الرابع (4) يعطى إضاءة مائلة والنموذج الخامس (5) يعطى إضاءة موضعية قابلة التعديل تستخدم فى إضاءة الصور الطبيعية المثبتة على الحوائط.

وحدات الإضاءة الأسطوانية إما أن تدفن بأكملها فى السقف المعلق، أو تثبت على الأسقف أو يدفن بعضها داخل السقف، وبعض هذه الوحدات تكون مزودة بحامل للمصباح فى أعلى الاسطوانة والبعض يكون بقاعدة للمصباح فى جانب الاسطوانة.

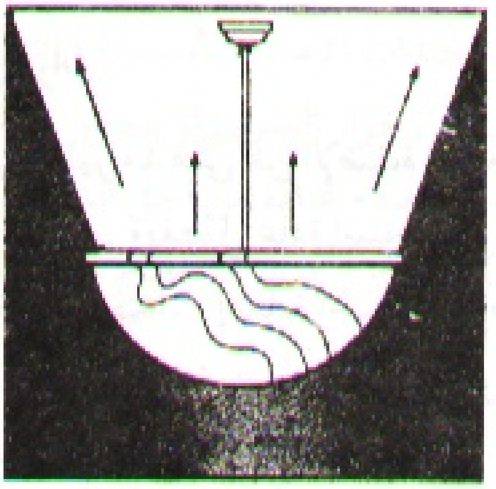
أما الشكل (٤ – ٧) فيعرض عدة نماذج لوحدات الإضاءة المتدلية والمستخدمة فى المنازل.



الشكل (٤ – ٧)



و



هـ

تابع الشكل (٤ – ٧)

والشكل أ: يعرض وحدة إضاءة تعطى إضاءة جانبية **ويفضل استخدامها فى الغرف** الطويلة والممرات والسلالم.

والشكل ب: يعرض وحدة إضاءة (نجفة) تعطى إضاءة شبه **مباشرة وتستخدم عادة** أعلى طاولة (منضدة) غرف الطعام.

والشكل جـ: يعرض وحدة إضاءة (نجفة) يفضل استخدامها فى غرف **الطعام من أجل** الديكور.

والشكل د: يعرض وحدة إضاءة (نجفة) **تعطى إضاءة متفرقة ويفضل استخدامها فى** غرف المعيشة من أجل الديكور.

والشكل هـ: يعرض وحدة إضاءة (نجفة) **تعطى ضوء منتشر من السقف الأبيض ولا** ينصح باستخدامها فى المنازل.

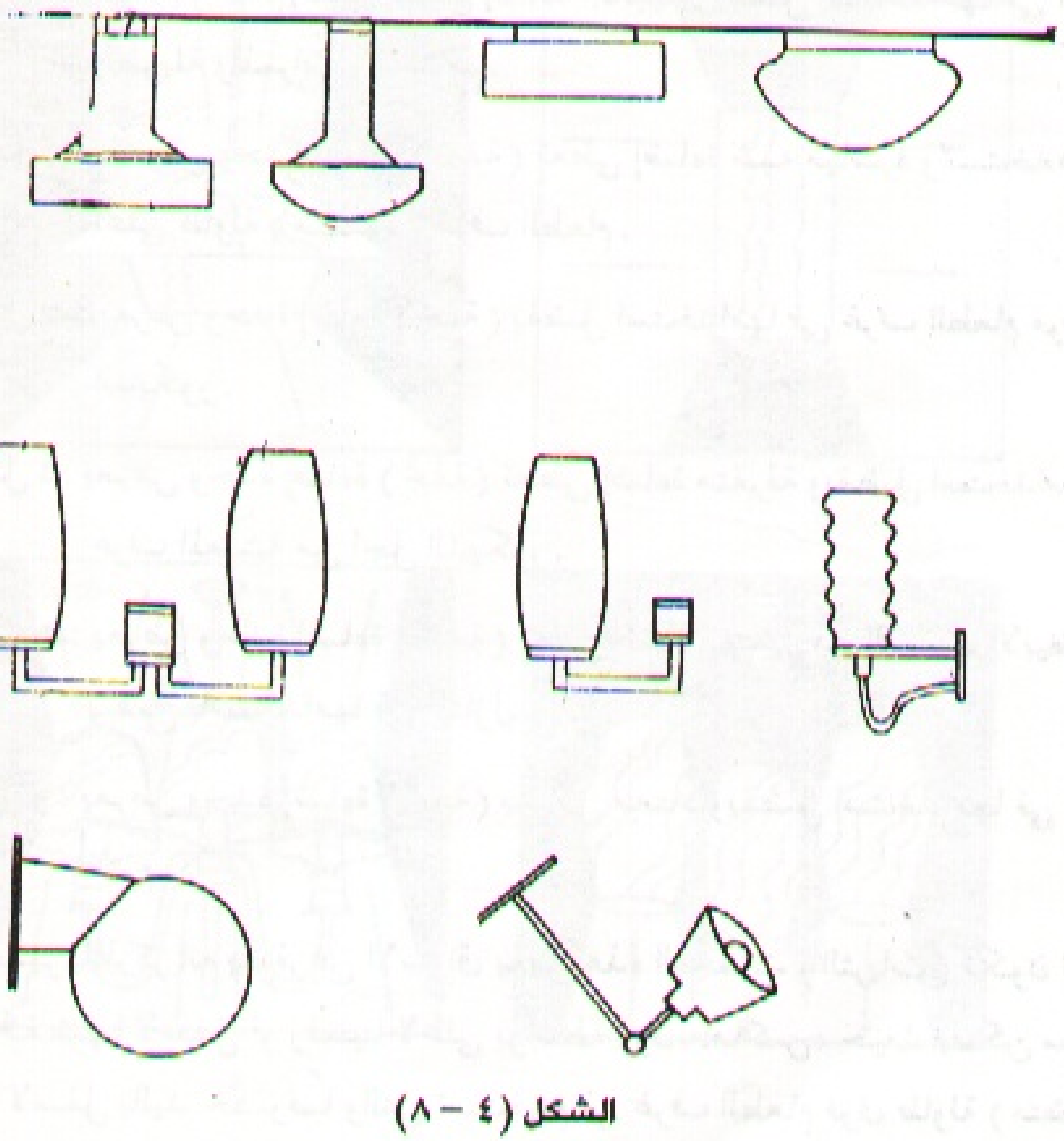
والشكل و: يعرض وحدة إضاءة (نجفة) **بشكل معتاد ويفضل استخدامها فى غرف** النوم.

والجدير بالذكر أنه يتوفر فى الأسواق بعض هذه النجفات (الثريات) **تكون مزودة** بنظام لخفضها لأسفل أو رفعها لأعلى بواسطة **وزن معاكس، حيث يمكن سحب** النجفة لأسفل باليد خصوصاً والتى تستخدم فى **غرف الطعام فوق طاولة (منضدة)** الطعام. وعادة يستخدم فى توصيل التيار الكهربى **كابلات مرنة مقاومة للحرارة**.

٤ / ٤ / ٢ - وحدات إضاءة الأسطح والأبجورات :

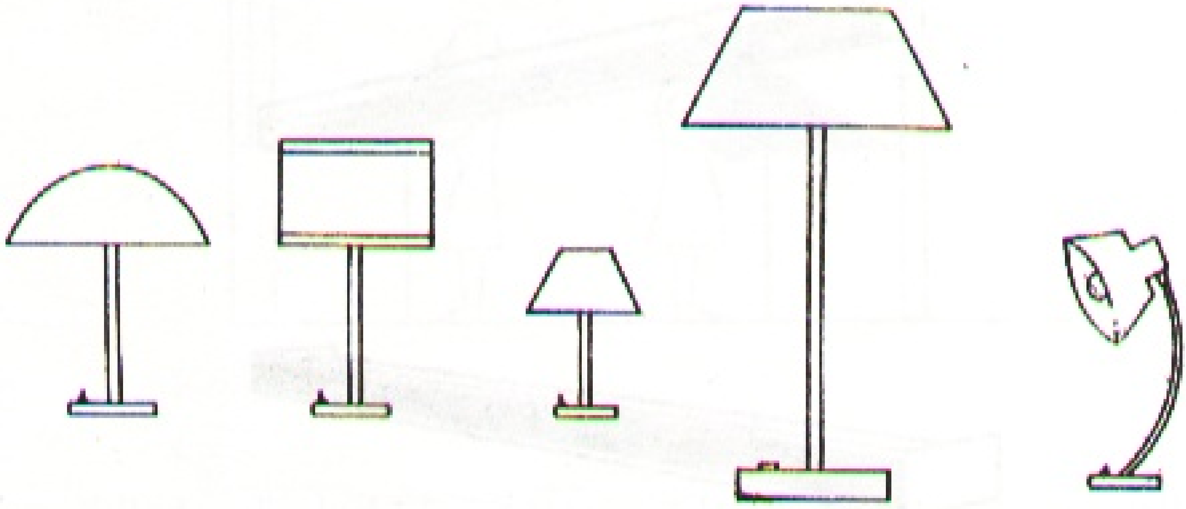
عادة فإن الإضاءة المنبعثة من الحائط تعطى تأثير مدهش عن الإضاءة المنبعثة من السقف بشرط تجنب البريق المجهد وغير المريح للعين. ويفضل عادة استخدام وحدات إضاءة الحوائط الغرف الكبيرة وأيضاً استخدام وحدات إضاءة الحوائط الموضعية (الإسبوتات) لإضاءة مكتب أو لوحة جانبية، وبصفة عامة ينصح باستخدام وحدات إضاءة الحوائط من أجل الديكور عن استخدامها من أجل زيادة الإضاءة.

والشكل (٤ - ٨) يعرض نماذج مختلفة من وحدات الإضاءة التى تثبت على أسطح السقوف (أ) والتى تثبت على أسطح الحوائط (ب).



الشكل (٤ - ٨)

أما وحدات الإضاءة المحمولة (الأبجورات) فهى توضع عادة على الطاولات أو المكاتب أو بجوار السراير أو بجوار كراسى السفرة للمساعدة على القراءة العرضية وهى تستخدم عادة من أجل الديكور أكثر من استخدامها من أجل الإضاءة . والشكل (٤ - ٩) يعرض نماذج مختلفة من وحدات الإضاءة المحمولة .

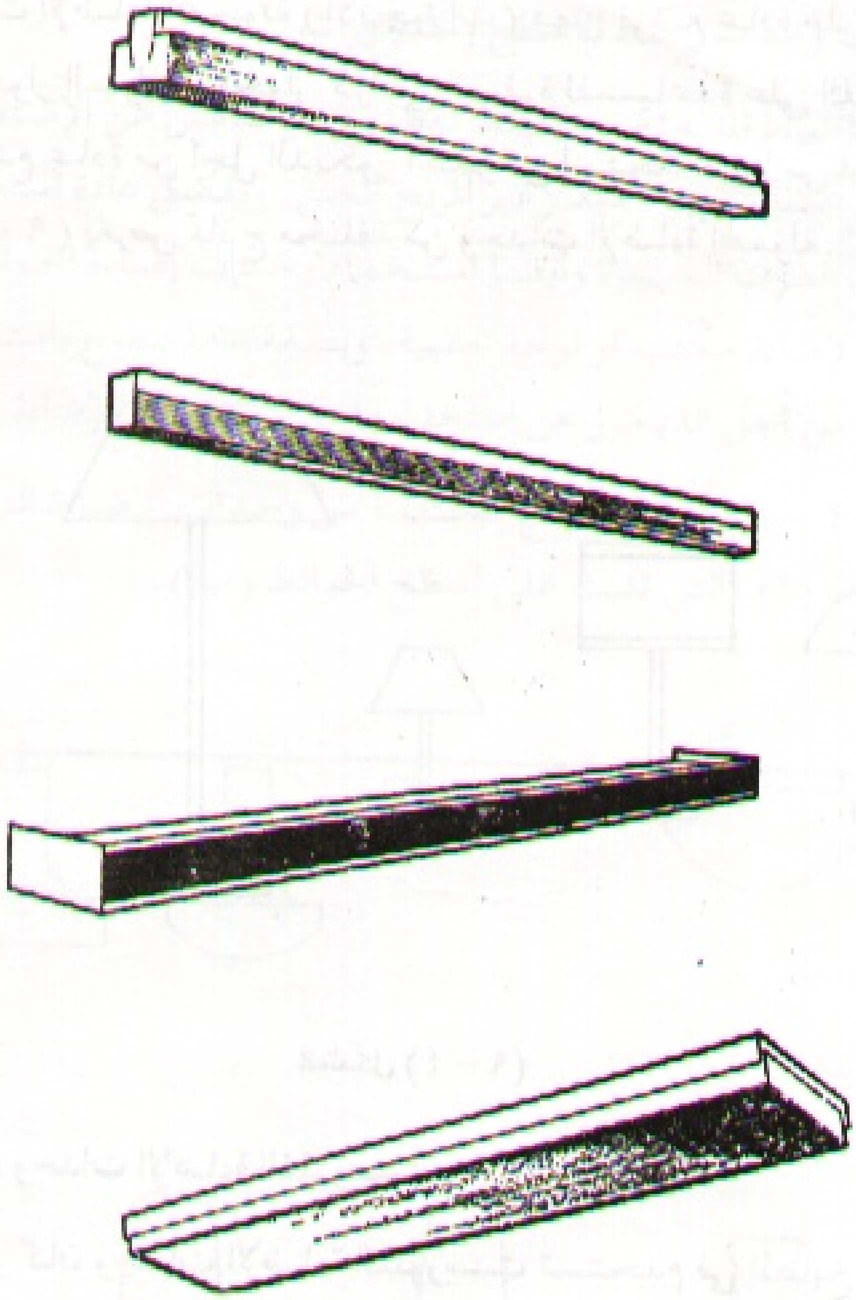


الشكل (٤ - ٩)

٤ / ٤ / ٣ - وحدات الإضاءة الفلورسنت :

لوقت كبير كان وحدات الإضاءة الفلورسنت تستخدم فى المطابخ فى حين قل استخدامها فى الغرف الأخرى بالمنازل لصعوبة تمييز الألوان تحت ضوء المصابيح الفلورسنت .

ولكن بعد التحسينات التى أجريت على خواص المصابيح الفلورسنت وكذلك فى شكل وحدات الإضاءة الفلورسنت تزايد استخدام وحدات الإضاءة الفلورسنت فى المنازل، والشكل (٤ - ١٠) يعرض نماذج مختلفة من وحدات الإضاءة الفلورسنت بعضها معد للتثبيت فى السقف والآخر معد للتثبيت على الحوائط؛ علمًا بأنه يوجد وحدات إضاءة فلورسنت مستديرة ويكثر استخدامها فى غرف المعيشة بالمنازل .



الشكل (٤ - ١٠)

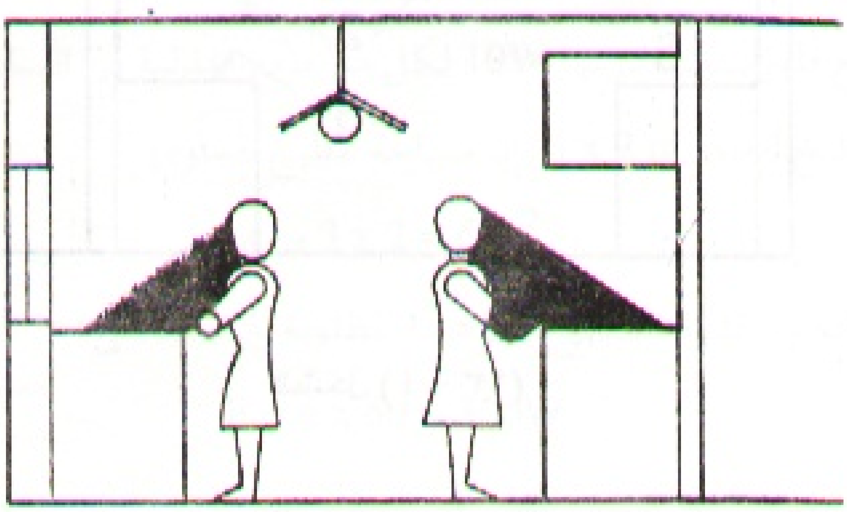
٤ / ٥ - الأسس الفنية والجمالية لتوزيع الإضاءة فى الغرف المختلفة :

سنتناول فى الفقرات القادمة الأساليب الفنية المتبعة من أجل الحصول على إضاءة مريحة مع توفير اللمسة الجمالية فى الغرف المختلفة بالمنازل والشقق السكنية .

٤ / ٥ / ١ - توزيع الإضاءة فى المطابخ :

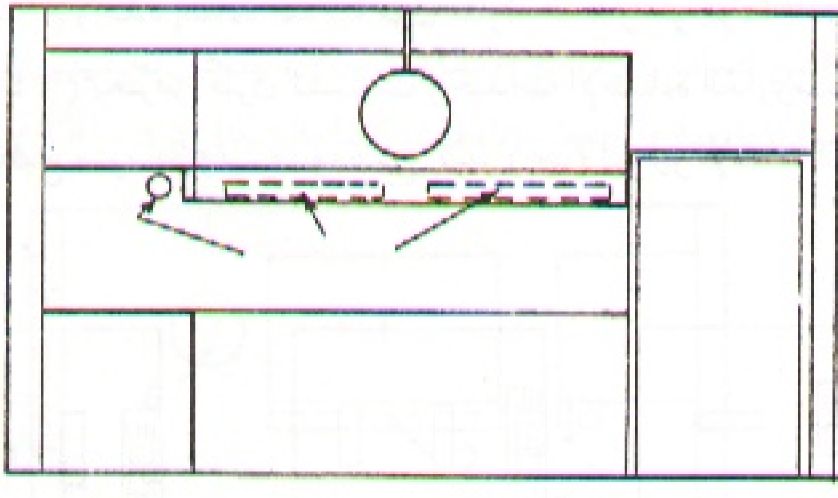
يعتبر استخدام نقطة إضاءة واحدة بالمطبخ من أسوأ أنظمة إضاءة المطابخ حتى ولو

كانت قدرة المصابيح المستخدمة قادرة على توفير مستوى الإضاءة المطلوب لأنه سيظهر ظل للقائمة بالعمل داخل المطبخ كما هو مبين بالشكل (٤ - ١١) .



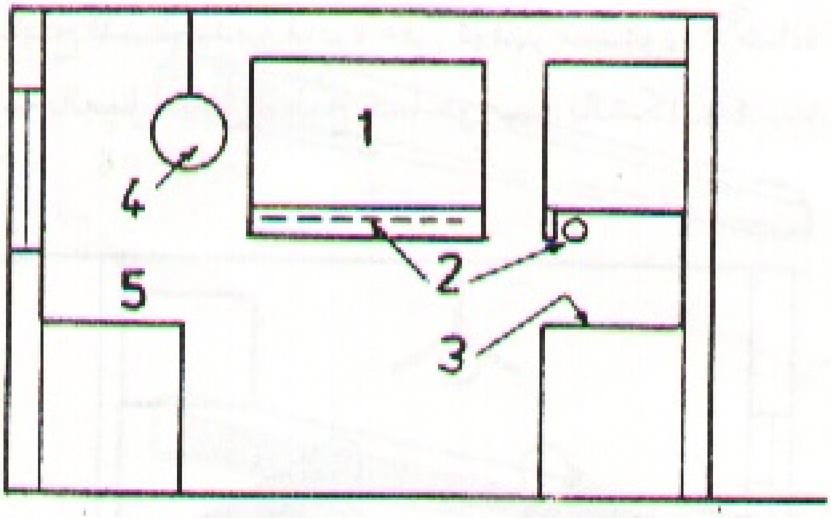
الشكل (٤ - ١١)

لذلك ينصح باستخدام نقاط إضاءة مستقلة لإضاءة أسطح العمل بالمطابخ . وفى الحالة المثالية نحتاج لنقطة إضاءة لكل سطح عمل، ويفضل استخدام وحدات الإضاءة الفلورسنت فى ذلك بشرط أن تكون مستورة عن العين كما بالشكل (٤ - ١٢) .



الشكل (٤ - ١٢)

وأحيانًا يفضل نقل نقطة إضاءة السقف المستخدمة لتوفير الإضاءة العامة فى المطبخ فوق الحوض كما هو مبين بالشكل (٤ - ١٣) .

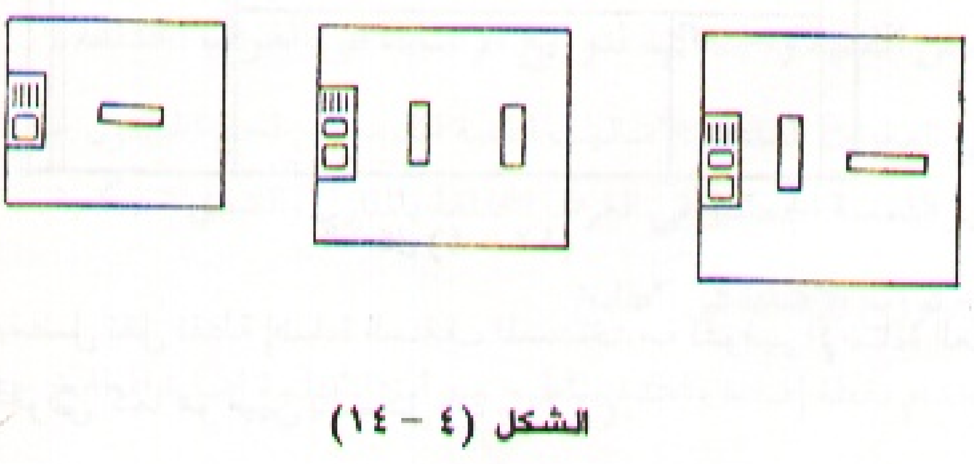


الشكل (٤ – ١٣)

حيث إن :

1	دولاب
2	إضاءة شريطية مختفية
3	مستوى العمل
4	وحدة إضاءة مفرقة للضوء
5	حوض مطبخ

وأحيانًا نستخدم وحدة إضاءة متدلية فوق طاولة الفطار الموجودة بالمطابخ الكبيرة. والشكل (٤ – ١٤) يعرض طرق تثبيت وحدات الإضاءة الفلورسنت فى مطبخ صغير (أ) ، ومطبخ متوسط (ب)، ومطبخ كبير (جـ) لتوفير الإضاءة العامة.



الشكل (٤ – ١٤)

وفيما يلى قدرات المصابيح المستخدمة لإضاءة المطابخ لوحدة المساحة :

١ – مصابيح متوهجة قدرتها 50w لكل متر مربع .

٢ – مصابيح فلورسنت قدرتها 15W لكل متر مربع مثبتة بالسقف .

٣ – مصابيح فلورسنت قدرتها 10W لكل متر مربع متدلية من السقف .

مثال : مطبخ أبعاده 3 x 2 m فإن مساحة المطبخ تساوى

$$A = 3 \times 2 = 6\ m^2$$

وبالتالى تكون قدرة المصابيح المتوهجة المطلوبة للإضاءة هى :

$$P = 6 \times 50 = 300W$$

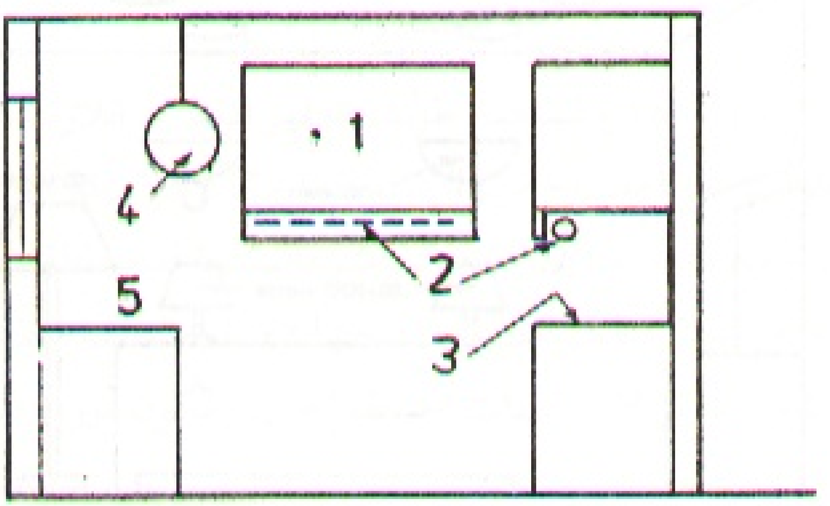
وقدرة مصابيح الفلورسنت المثبتة فى السقف هى :

$$P = 6 \times 15 = 90\ W$$

٤ / ٥ / ٢ – توزيع الإضاءة فى غرف الطعام :

يمكن استخدام فانوس متدلى يمكن رفعه وخفضه بنظام معد لذلك أعلى طاولة الطعام لإعطاء إضاءة متجانسة ومتساوية أعلى الطاولة .

أما إذا استخدمت وحدة إضاءة متدلية وثابتة تعطى إضاءة مباشرة أو شبه مباشرة يكفى استخدام مصباحين أو أكثر على نفس الخط فى حالة غرف الطعام المستطيلة وبواسطة مخفض إضاءة . (ارجع للفقرة ٣ – ٣) يمكن تخفيض الإضاءة للحصول على الرومانسية المطلوبة فى بعض الأوقات كما بالشكل (٤ – ١٥) .



الشكل (٤ – ١٥)

وينصح عادة بان تكون وحدات الإضاءة التى يمكن رفعها وخفضها بان تكون فى مركز الطاولة، وإذا لم نتحكم فى ذلك عند التنفيذ يمكن إزاحة الطاولة لتحقيق ذلك.

والشكل (٤ - ١٦) يعرض تشكيلات مختلفة من وحدات الإضاءة الأسطوانية المثبتة بالسقف، وكذلك المحمولة والسطحية المثبتة على الحائط فى غرف الطعام. وفيما يلى بعض الاختيارات التى ينصح بها:

الإضاءة الموضعية:

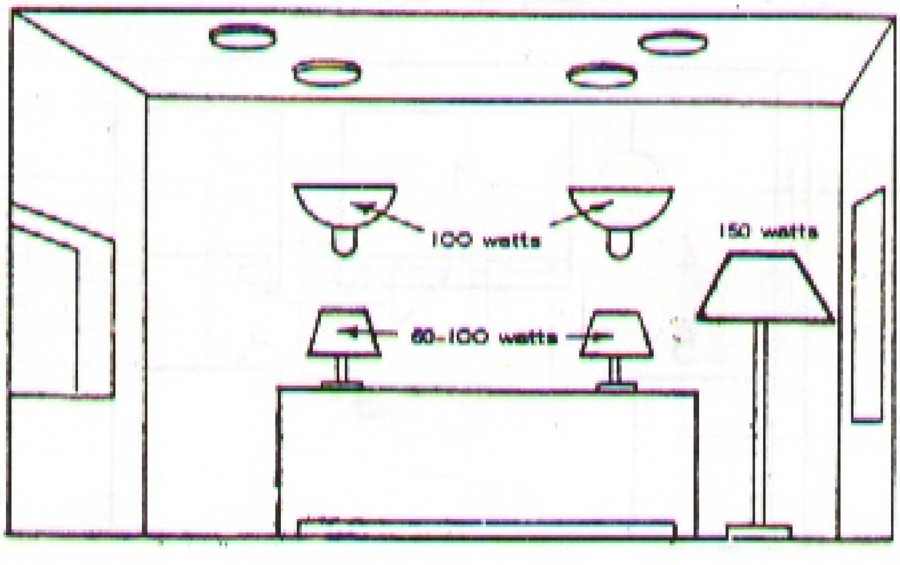
استخدام وحدة إضاءة محمولة (أباچورة) على الأرض بمصباح متوهج 150W، أو وحدتين إضاءة محمولة (أباجورتين) على طاولة جانبية كل منهما بمصباح متوهج 60W أو 100W، أو وحدتين إضاءة سطحيتين يتم تثبيتهما على الحائط بمصابيح متوهجة 100W.

الإضاءة العامة:

استخدام وحدتين إضاءة أو أكثر يتم تثبيتهما فى السقف بكلٍّ منهما مصباح متوهج 100W.

إضاءة الصور:

استخدام وحدات إضاءة فلورسنت يتم تثبيتها بجوار الصور، أو تستخدم وحدات إضاءة سطحية تثبت على الحائط لتوفير الإضاءة الموضعية المطلوبة.



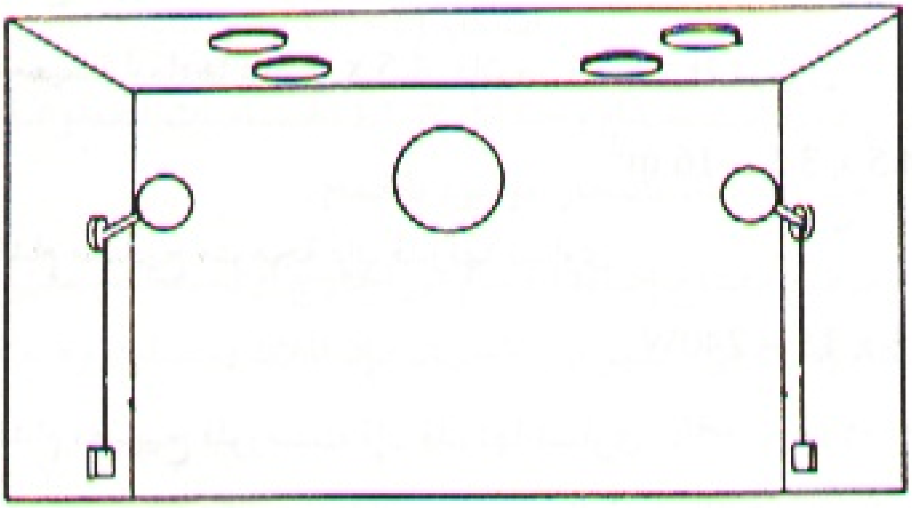
الشكل (٤ - ١٦)

٤ / ٥ / ٣ - توزيع الإضاءة فى غرف المعيشة :

عادة تستخدم إضاءة السقف للحصول على إضاءة عامة مساوية 50Lux، ولكن فى كثير من التمديدات الحديثة لا يوجد نقاط إضاءة بالسقف فى غرف المعيشة.

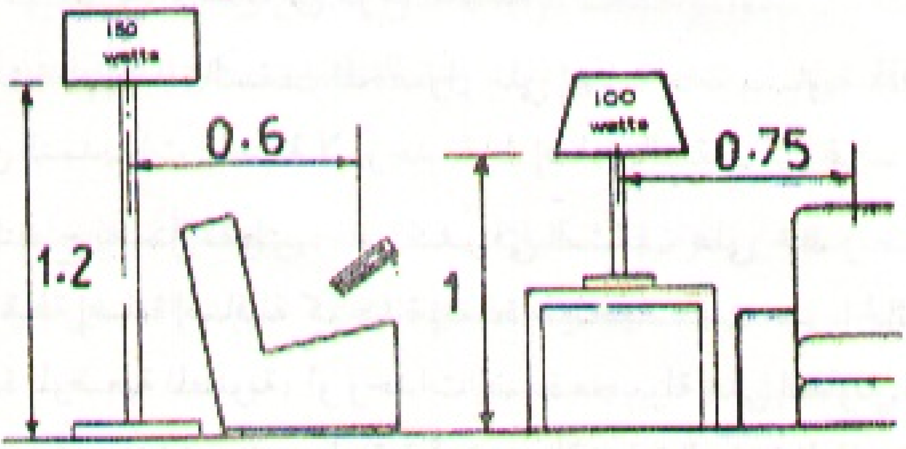
وعادة ينصح بعمل نقطتين أو أكثر فى السقف على خط واحد، وكذلك تخصيص نقطة إضاءة إضافية كوحدة إضاءة سطحية تثبت على الحائط للحصول على الإضاءة الموضعية المطلوبة، أو وحدات إضاءة محمولة على الطاولة.

والشكل (٤ - ١٧) يوضح طريقة تحقيق الإضاءة العامة المطلوبة باستخدام وحدات إضاءة أسطوانية مثبتة بالسقف، أو فانوس متدلى من السقف بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام وحدات إضاءة سطحية مثبتة بالحائط لها حوامل مفصلية؛ علمًا بأن الأخيرة تستخدم أحيانًا لتوفير الإضاءة العامة المطلوبة بدون الحاجة لوحدات إضاءة السقف.



الشكل (٤ - ١٧)

أما الشكل (٤ - ١٨) فيوضح طريقة توفير الإضاءة اللازمة للقراءة باستخدام أبجورة متنقلة توضع أعلى الجانب الأيسر للقارئ، أو بواسطة أبجورة موضوعة على طاولة بجوار المقعد ؛علمًا بأن الأبعاد بالمتر بالنسبة للخياطة فعادة يخصص لها أبجورة متنقلة بحيث يمكن تعديل وضعها لإضاءة المنطقة المطلوبة وذلك بالمحاولة والخطأ. والجدير بالذكر أن ماكينات الخياطة الحديثة تكون مزودة بلمبة إضاءة لإضاءة مكان العمل.



الشكل (٤ – ١٨)

وفيما يلى قدرات المصابيح المستخدمة لتوفير الإضاءة العامة لغرف المعيشة:

١ – مصابيح متوهجة قدرتها 15W لكل m^2

٢ – مصابيح فلورسنت قدرتها 4W لكل m^2

مثال: غرفة معيشة أبعادها 4.5 x 3.5m فإن مساحة الغرفة تساوى

A = 4.5 x 3.5 = 16 m^2

وعند استخدام مصابيح متوهجة فإن قدرتها تساوى

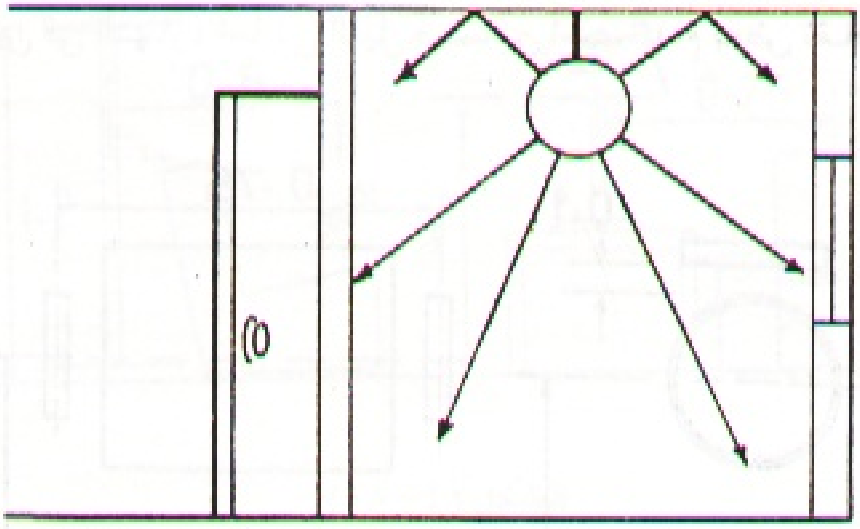
P= 16 x 15 = 240W

وعند استخدام مصابيح فلورسنت فإن قدرتها تساوى

P= 16 x 4 = 64W

٤ / ٥ / ٤ – توزيع الإضاءة فى الحمامات ودورات المياه:

ينصح عادة باستخدام نقطة إضاءة مركزية فى السقف لتوفير الإضاءة العامة للحمام إلا إذا كان الحمام طويلاً وضيقاً فيحتاج لأكثر من نقطة إضاءة فى السقف، ويفضل عادة استخدام المصابيح المتوهجة فى الحمام للحصول على إضاءة لمرآة الحوض، ويستخدم لهذا الغرض وحدة إضاءة فلورسنت توضع أعلى المرآة، أو وحدتين إضاءة فلورسنت على جانبى المرآة كما هو مبين بالشكل (٤ – ١٩)؛ علماً بأن الأبعاد بالمتر وفى كثير من المنازل الحديثة فإن الحمامات تكون بدون شبابيك الأمر



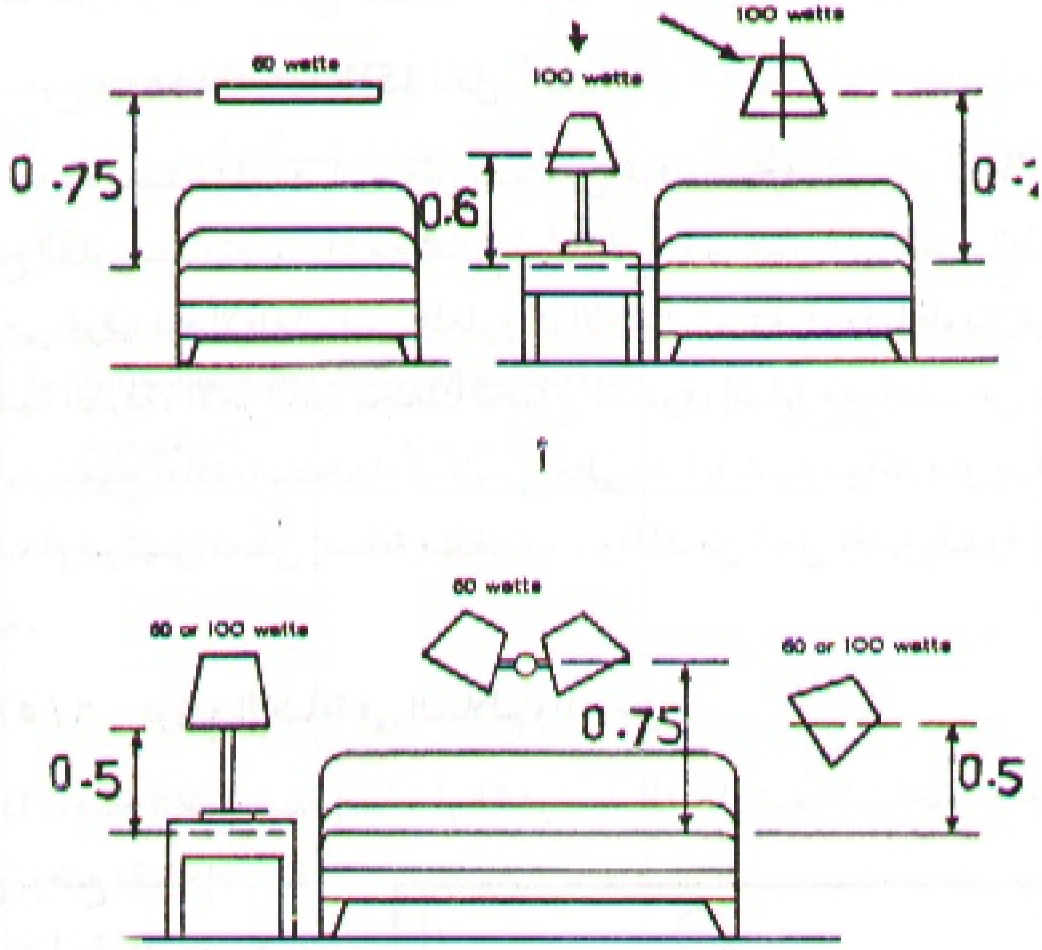
الشكل (٤ – ٢٠)

٤ / ٥ / ٥ – توزيع الإضاءة فى غرف النوم

يعتبر مستوى الإضاءة العامة فى غرف النوم منخفض بالمقارنة بالغرف الأخرى بالمنزل، فيصل إلى 50 Lux عند الأرضية، ويجب أن تختار وحدات الإضاءة لإعطاء ضوء مريح ودافئ، ويفضل عادة استخدام وحدة إضاءة اسطوانية فى السقف أو وحدة إضاءة متدلية مفرقة للضوء. وأحيانًا تستخدم إضاءة موضعية بالسقف بقدرات منخفضة تعطى إضاءة غير مباشرة.

ويمكن فصل وتشغيل وحدات الإضاءة العامة من مفتاح بجوار السرير، وآخر عند الباب، وأحيانًا تستخدم مخفضات إضاءة لتغيير إضاءة الغرفة عند الحاجة. ويفضل استخدام إضاءة إضافية على رأس السرير، وعادة تكون عبارة عن وحدة إضاءة موضعية سطحية تثبت على الحائط، ويمكن تعديل وضعها للوضع المطلوب. ويمكن استخدام أباجورة على الكوميدينو بجوار السرير.

والشكل (٤ – ٢١) يوضح الطرق المختلفة لإضاءة رأس سريرين منفردين (أ)، ورأس سرير مزدوج (ب)؛ علما بأن الأبعاد بالمتر.

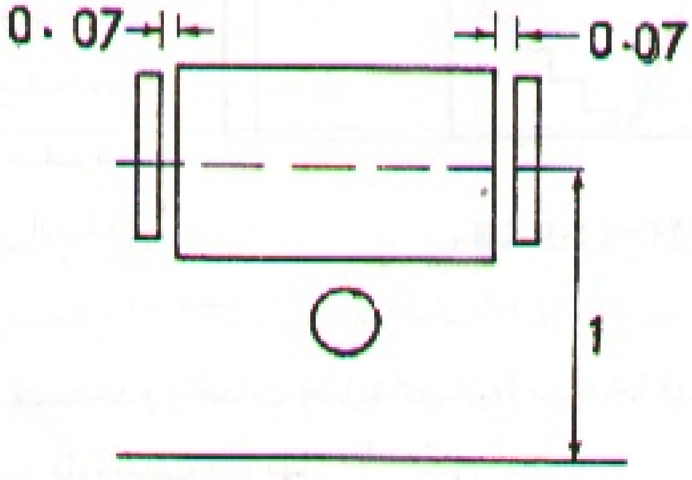


أ

ب

الشكل (٤ – ٢١)

أما إضاءة التسريحة فتتم بنفس الطرقة المتبعة لإضاءة مرآة حوض الحمام. والشكل (٤ – ٢٢) يبين ذلك؛ علماً بأن الأبعاد بالمتر.



الشكل (٣ – ٢٢)

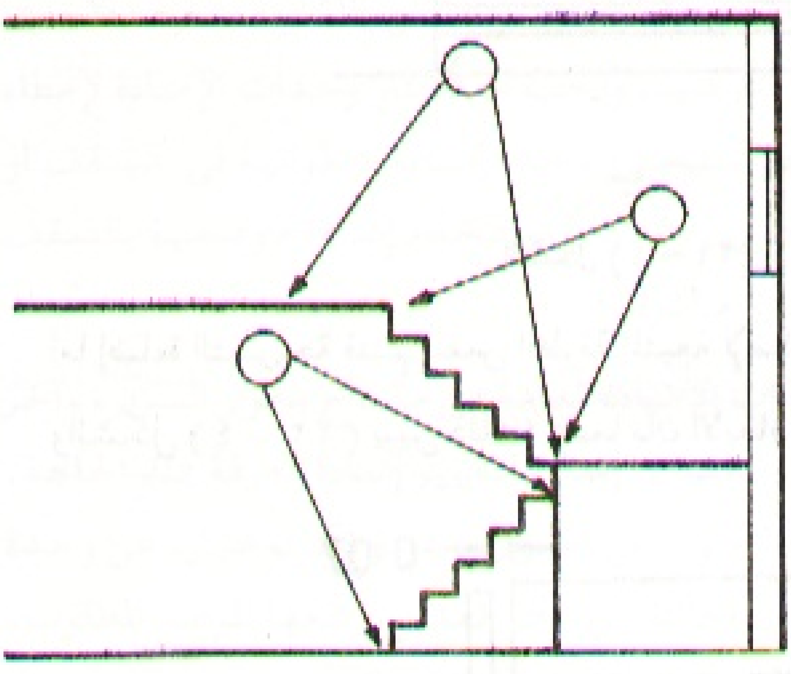
وفيما يلى قدرات المصابيح المستخدمة للإضاءة العامة لغرف النوم:

- مصابيح متوهجة قدرتها 15W لكل m^2.

ولا ينصح باستخدام مصابيح فلورسنت فى غرف النوم؛ والسبب فى ذلك هو أن المصابيح الفلورسنت تصدر أشعة تحت الحمراء لها تأثير ضار على المدى الطويل. أما بخصوص غرف نوم الأطفال فمن المعلوم أن الأطفال تستغرق وقتا طويلاً فى اللعب فى أرضية الغرفة، الأمر الذى يجعلنا نحتاج لمستوى إضاءة مضاعف عن غرف نوم الكبار، وينصح عادة باستخدام فوانيس تعطى إضاءة شبه مباشرة أو مباشرة عن استخدام فوانيس تعطى إضاءة متفرقة، وذلك من أجل تقليل قدرة المصابيح المطلوبة.

٤ / ٥ / ٦ - توزيع الإضاءة فى السلالم والمداخل

عادة ينصح بوضع نقطة إضاءة أو أكثر عند المدخل تبعاً لمساحة المدخل، كما ينصح بوضع نقطة إضاءة عند استراحة كل دور كما بالشكل (٤-٢٣)، ويجب أن تكون وحدات الإضاءة المستخدمة لا تعطى نصوعًا أو بريقًا يجهد أعين الأشخاص الذين يصعدون ويهبطون السلم، وذلك باستخدام وحدات إضاءة مفرقة للضوء ومثبتة فى السقف أو على الحوائط.



الشكل (٤-٢٣)

أما فى الممرات فتستخدم وحدات إضاءة بمصابيح متوهجة قدرتها 30W لكل m^2 أو تستخدم مصابيح فلورسنت قدرتها 7W لكل m^2.

الخلاصة :

الجدول (٤-٦) يعطى قدرات المصابيح الفلورسنت والمصابيح المتوهجة التى ينصح بها لكل متر مربع فى الأماكن المختلفة بالمنشآت السكنية .

الجدول (٤-٦)

المكـان	قدرة المصابيح الفلورسنت لكل متر مربع	قدرة المصابيح المتوهجة لكل متر مربع
المطبخ	10:15	30:50
المعيشة	4:7	10:15
نوم	—	10:15
غرفة الطعام	4:7	10:15
صالة	4:7	10:15
ممر	4:7	10:5
بلكونة	—	10
خزانة	4:7	10:15
غرفة غسيل الملابس	7:10	15:30
السلم	4:7	10:15
جراج	3:7	10:15
حمام ودورة مياه	7:10	15:30

علماً بأن هذه القدرات المعطاة فى الجدول السابق توفر الإضاءة العامة المطلوبة؛ لذلك يجب إضافة بعض نقاط الإضاءة لتوفير إضاءة أسطح العمل بالطرق المشروحة فى الفقرات السابقة وذلك فى الأماكن التى تحتاج لذلك .

الباب الخامس

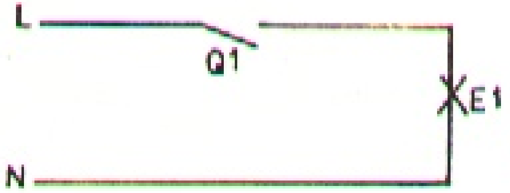
الدوائر الأساسية للإضاءة

الدوائر الأساسية للإضاءة

٥ / ١ - الأنظمة المختلفة لدوائر الإضاءة

يوجد نظامان لتمديد الإضاءة وهما :

- نظام التمديد ذو الحلقة Loop-in System
- نظام التمديد ذو علب التوزيع.



الشكل (٥ - ١)

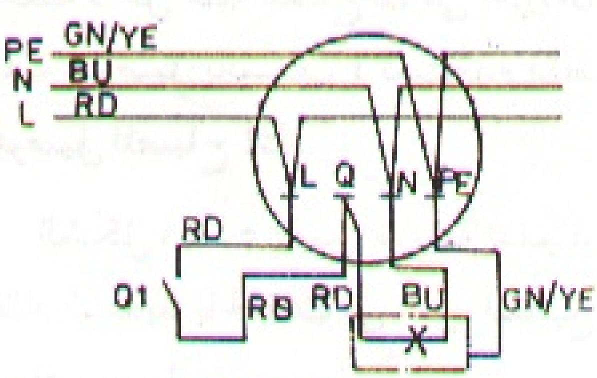
وسوف نتناول طريقة تنفيذ دائرة تشغيل مصباح كهربى بمفتاح عادى بكلا النظامين والمبينة بالشكل (٥-١).

فعند غلق المفتاح Q_1 يكتمل مسار تيار المصباح E_1 فيضىء المصباح، وعند فتح المفتاح Q_1 ينقطع مسار تيار المصباح E_1 فينطفئ المصباح.

٥ / ١ / ١ - نظام التمديد ذات الحلقة

فى هذا النظام تكون جميع الوصلات اللازمة بين المصدر الكهربى والمصباح والمفتاح داخل علبة توصيل موضوعة فى السقف فى موضع المصباح، وأحياناً تستخدم وردة سقف وتوضع فوق علبة التوصيل. ويعد نظام التمديدات ذا الحلقة من الأنظمة الحديثة فى التمديدات.

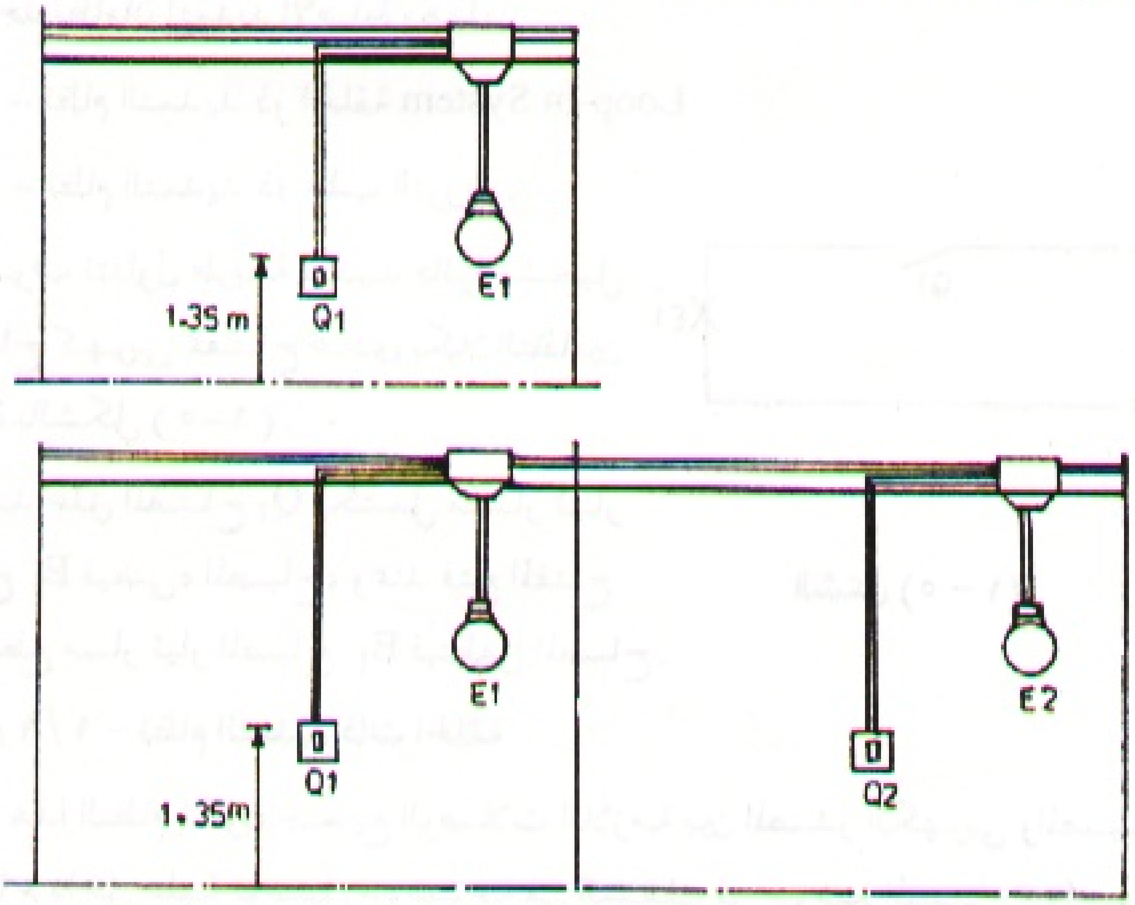
والشكل (٥-٢) يوضح طريقة التمديد بالحلقات فى علبة السقف أو وردة السقف لإضاءة نقطة ضوئية باستخدام الموصلات المنفردة مع وجود خط وقاية PE، حيث يستخدم الخط الاحمر RD كوجه والخط الازرق BU كتعادل، والخط الاصفر أخضر GN/YE كموصل وقاية PE.



الشكل (٥ - ٢)

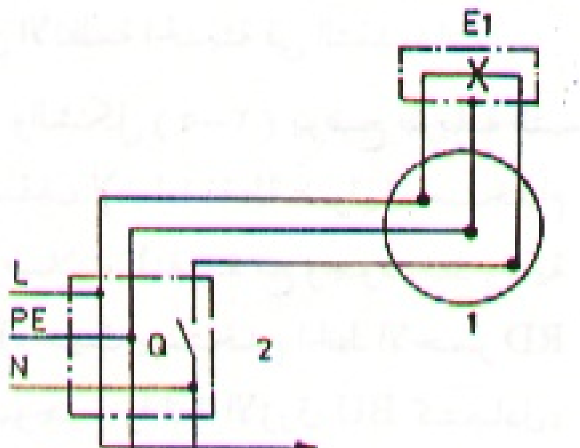
ويلاحظ أن خطوط المصدر الثلاثة تعمل حلقات مع جميع ورد السقف، فى حين يتم توصيل نقاط المفتاح مع النقطة L والنقطة Q، ويتم توصيل أطراف المصباح مع PE, N, Q بواسطة كابل مرن مقاوم للحرارة.

والشكل (٥-٣) يبين طريقة استخدام نظام التمديد بالحلقات لعمل تمديد لمصباح واحد (الشكل أ)، وعمل تمديد لمصباحين (الشكل ب).



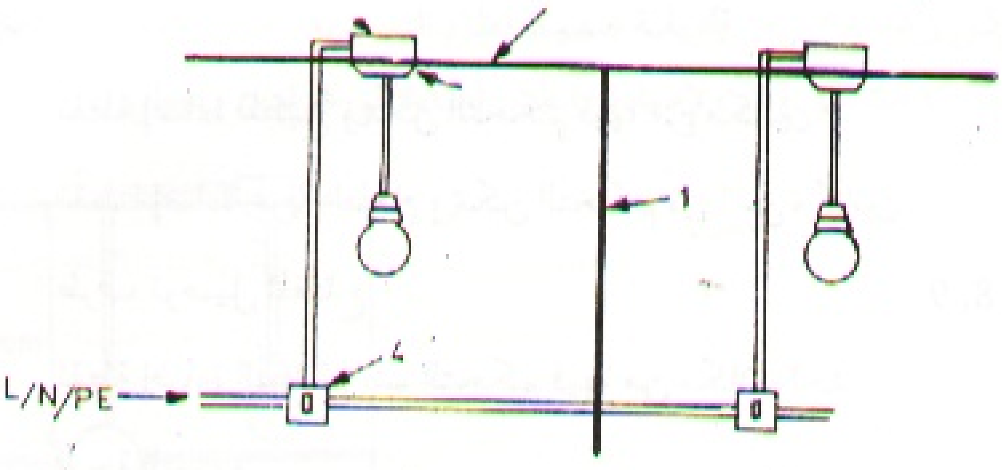
الشكل (٥ - ٣)

والشكل (٥-٤) يوضح مخطط التوصيل للنظام ذى الحلقة، حيث تعمل الحلقة داخل علبة المفتاح 2، فى حين أن علبة التوصيل بالسقف 1 تستخدم فقط لتوصيل المصباح E1.



الشكل (٥ - ٤)

الشكل (٥-٥) يبين طريقة تنفيذ نظام التمديد بالحلقات فى علب المفاتيح لغرفتين متجاورتين.

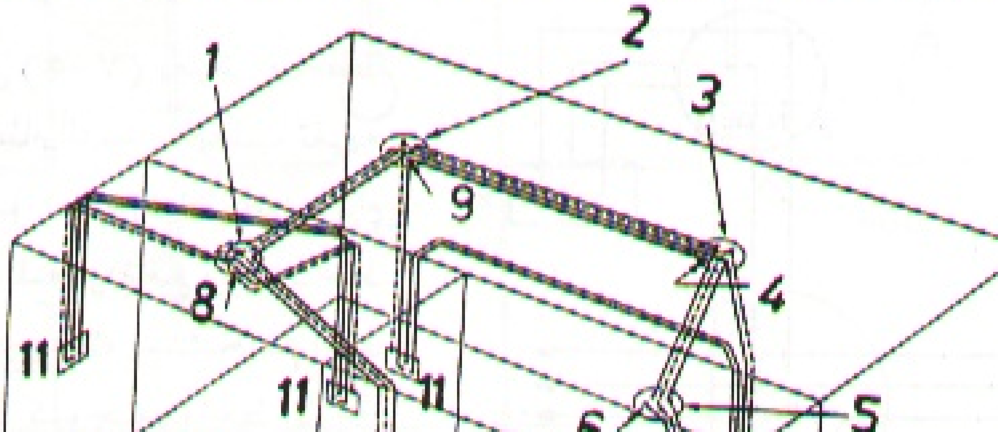


الشكل (٥ – ٥)

حيث إن :

حائط	1
سقف	2
علبة توصيل	3
علبة مفتاح	4

والشكل (٥–٦) يعرض نموذجاً لتمديد بنظام الحلقات لأحد المنازل.



الشكل (٥ – ٦)

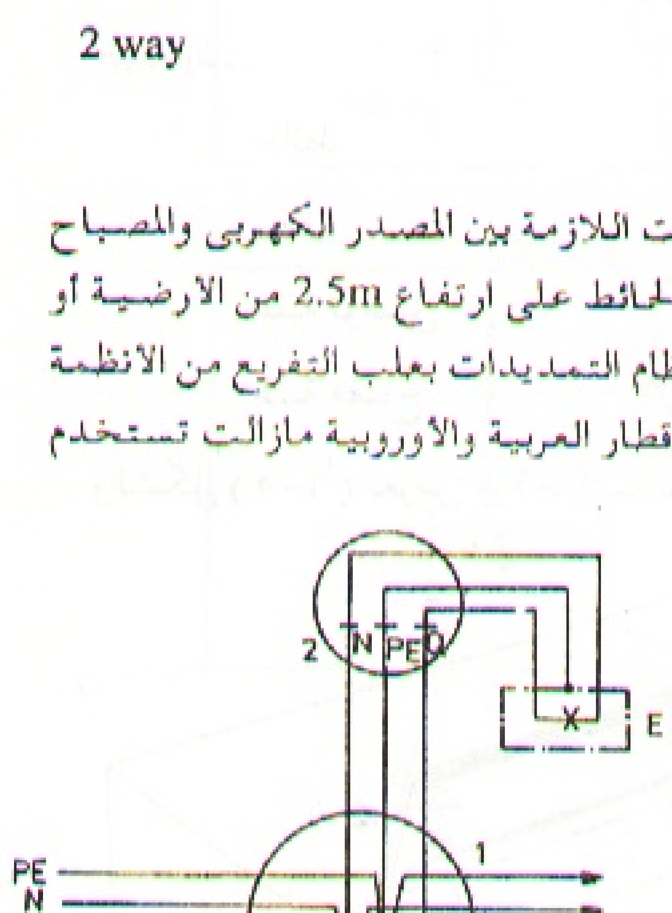
حيث إن :

نقطة إضاءة المطبخ ويمكن التحكم فيها من مكانين	1
نقطتا إضاءة غرفة الطعام ويمكن التحكم فيها من مكانين	2, 3
طرف توصيل المفتاح	4, 6, 8, 9
نقطة إضاءة الصالة ويتم التحكم فيها من مكان واحد	5
لوحة التوزيع	7
مفتاح مفرد	1 way
مفتاح تناوب	2 way

٥ / ١ / ٢ - نظام التمديد بعلب التفريع

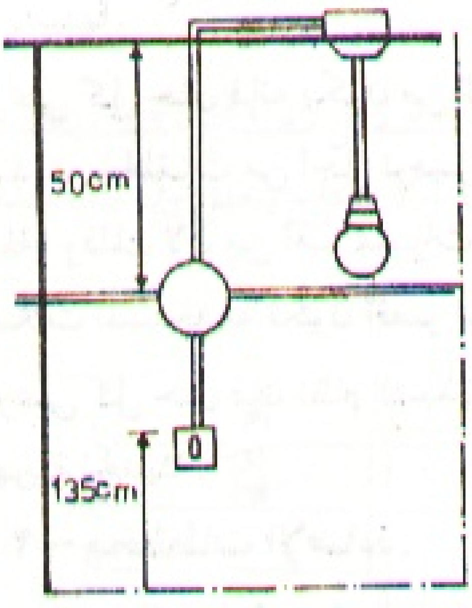
في هذا النظام يتم عمل جميع الوصلات اللازمة بين المصدر الكهربي والمصباح والمفتاح في علب تفريع موضوعة داخل الحائط على ارتفاع 2.5m من الأرضية أو على ارتفاع 30cm أسفل السقف، ويعد نظام التمديدات بعلب التفريع من الأنظمة القديمة في التمديدات وإن كانت بعض الأقطار العربية والأوروبية مازالت تستخدم هذا النظام مثل : مصر وألمانيا.

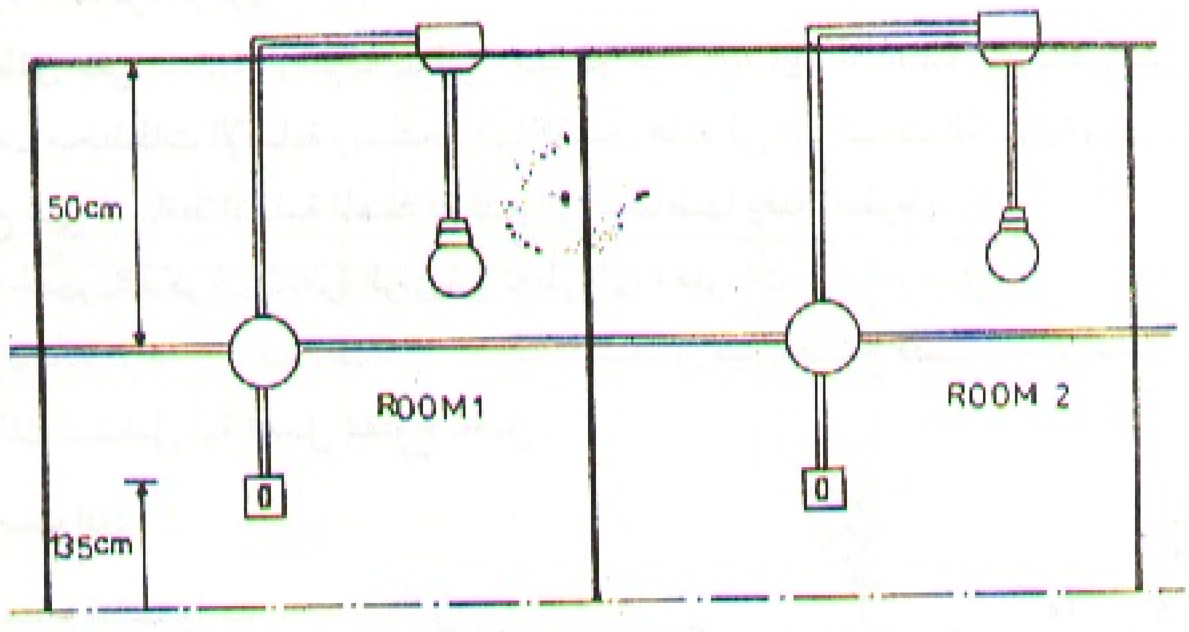
والشكل (٥-٧) يعرض مخطط التوصيل لنظام التمديد بعلب تفريع لدائرة تشغيل نقطة إضاءة باستخدام الموصلات المنفردة مع وجود خط الوقاية PE، حيث يستخدم الخط الأحمر RD كوجه، والخط الأزرق BU كتعادل، والخط الأصفر أخضر GN/YE كموصل وقاية PE، ويلاحظ أن جميع الوصلات المطلوبة تتم في علبة التفريع 1، في حين أن علبة التوصيل بالسقف 2 تستخدم فقط لتوصيل المصباح E.



الشكل (٥ - ٧)

والشكل (٥–٨) يبين طريقة تنفيذ نظام التمديد بعلب التفريع لإضاءة نقطة إضاءة واحدة (الشكل أ)، ولإضاءة نقطتى إضاءة فى غرفتين متجاورتين.





الشكل (٥ – ٧)

٥ / ١ / ٣ – المقارنة بين نظامى التمديد بالحلقات والتمديد بعلب التفريع

يتميز نظام التمديد بالحلقات بوجود جميع الوصلات فى نفس الغرفة التى فيها المصباح وذلك إما فى علبة السقف، أو علبة المفتاح وبالتالى يكون مكانها معروفاً. أما فى نظام التمديد فى علب التفريع فتكون جميع الوصلات فى علب التفريع والتى تكون أحياناً غير ظاهره نتيجة لوجودها تحت البياض أو تحت ورق الحائط مما

يؤدى إلى صعوبة اكتشافها أثناء حدوث الأخطاء. وأيضاً فإن التمديد فى علب التفريع يعطى مظهراً غير جيد لديكور الشقة، بالإضافة إلى أنها تحتاج لعمل زائد عند تثبيتها.

وعلى كل حال فإنه يكون من الضرورى استخدام بعض علب التفريع فى نظام التمديد بالحلقات من أجل توفير الموصلات المطلوبة عندما يكون هناك مسارات طويلة؛ وذلك لأن من أهم مميزات نظام التمديد بعلب التفريع هو أن أطوال الموصلات المستخدمة تكون أقصر ما يمكن.

وعلى كل حال فإن نظام التمديد بعلب التفريع بدأ فى التناقص فى التمديدات الكهربية الحديثة.

٥ / ٢ - مخططات الإضاءة:

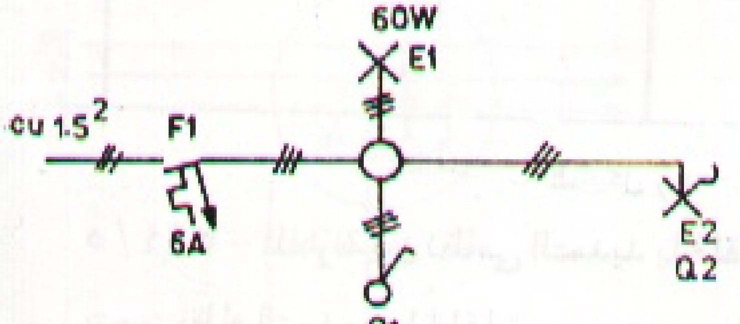
تستخدم الدائرة الرمزية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار للتعبير عن أى دائرة إضاءة.

أولا: الدائرة الرمزية

يطلق على الدائرة الرمزية بدائرة الخط الواحد **Single Line diagram** والتى توصف مخططات الإضاءة ويستخدمها الفنيين عادة فى التركيبات الكهربية، حيث توضع على المساقط الأفقية المعمارية للمبانى لبساطتها وقلة خطوطها.

والجدير بالذكر أن الدائرة الرمزية لاتعطى أى معلومات عن التوصيل.

والشكل (٥-٩) يبين الدائرة الرمزية لتشغيل لمبة بمفتاح قطب واحد عادى، وكذلك لتشغيل لمبة تعمل بمفتاح بحبل.



الشكل (٥ - ٩)

حيث إن:

Q_1 مفتاح قطب واحد

Q_2 مفتاح بحبل

E_1, E_2 مصباح كهربى متوهج

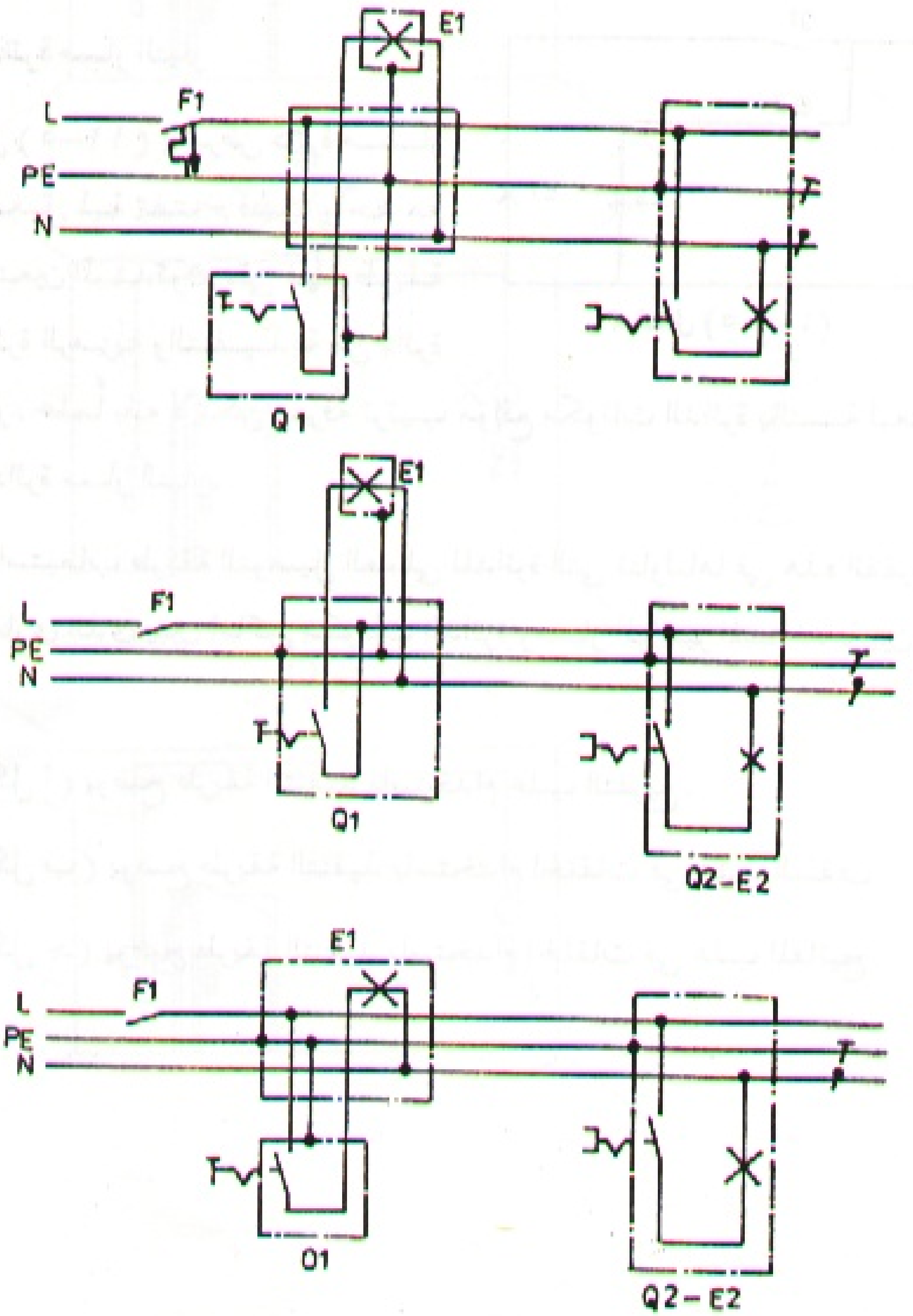
F_1 قاطع دائرة صغير

ويلاحظ أنه يمكن تحديد عدد الموصلات فى المقاطع المختلفة حيث يوضع عند كل مقطع بالدائرة عدد من الخطوط

يمثل عدد الموصلات بهذا المقطع، بالإضافة إلى ذلك تكتب مساحة مقطع الموصلات المستخدمة فى كل مقطع، وتكتب أيضاً قدرة المصباح الكهربى والتيار المقنن للقاطع.

ثانيا : الدائرة التنفيذية

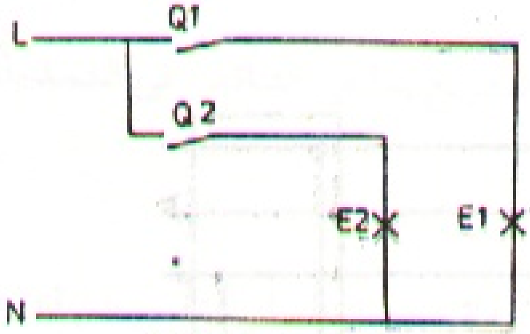
الشكل (٥ – ١٠) يعرض الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباح مثبت بالسقف E_1 بمفتاح قطب واحد Q_1، ومصباح مثبت بالحائط E_2 بمفتاح بحبل Q_2 باستخدام علب



الشكل (٥ – ١٠)

التـفـريع (الشكل أ)، وباسـتـخـدام الحلقـات فى علب السـقف (الشكل ب)، وباستخدام الحلقات في علب المفاتيح (الشكل جـ).

والجدير بالذكر ان الدائرة التنفيذية تساعد الفنيين فى تنفيذ مخطط التمديدات الكهربية، فهى تمتاز بوضوح أماكن العناصر المختلفة وطريقة التوصيل. وعادة يستطيع الفنيون استنتاج الدوائر التنفيذية من الدوائر الرمزية الموضوعة على المساقط المعمارية.



الشكل (٥ - ١١)

ثالثاً : دائرة مسار التيار

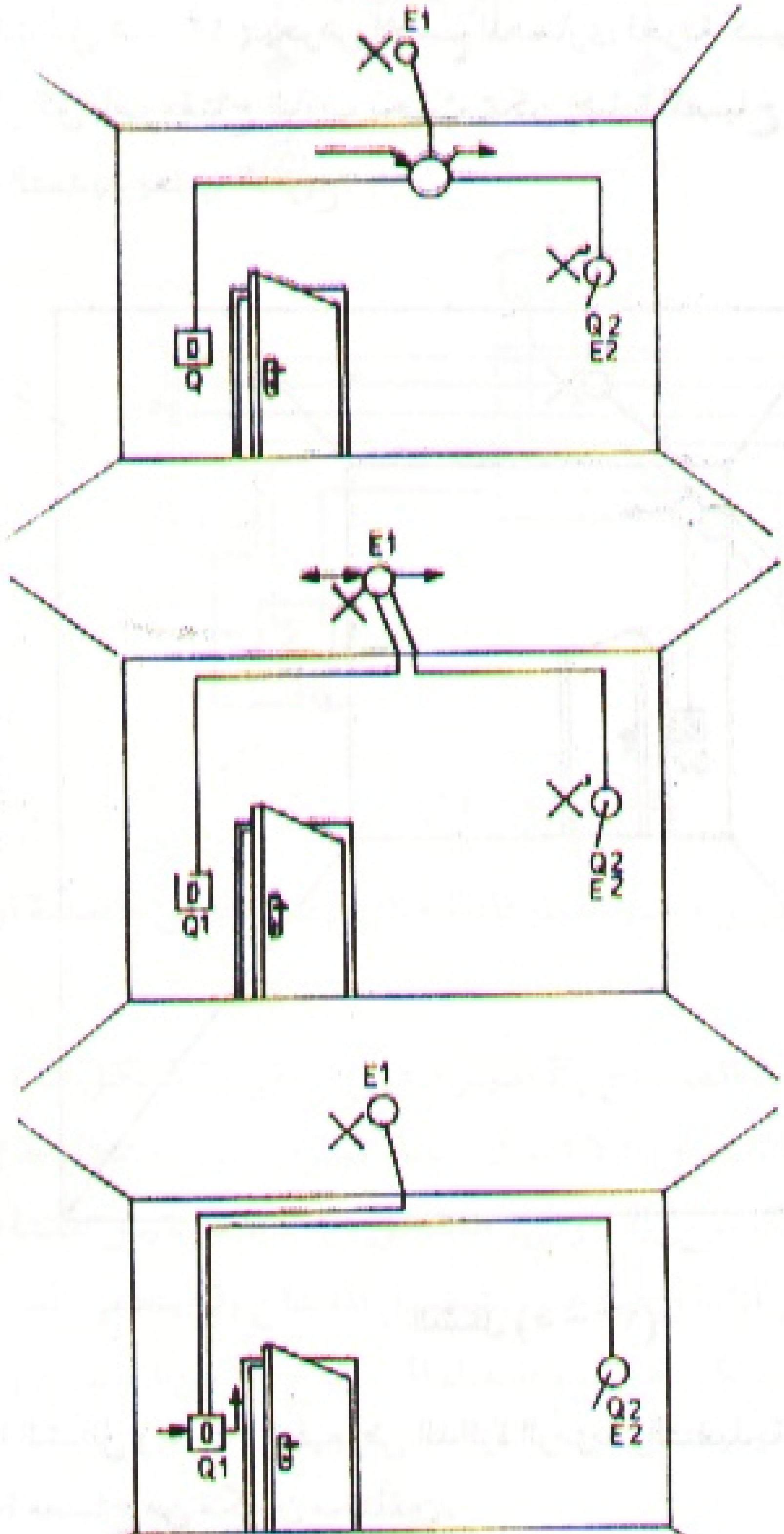
الشكل (٥-١١) يعرض دائرة مسار التيار لتشغيل لمبة بمفتاح قطب واحد مع بريزة ويستعين المبتدئون على فهم طريقة عمل الدائرة الرمزية والتنفيذية من دائرة مسار التيار. علماً بانه لايمكن معرفة ترتيب مواقع مكونات الدائرة بالنسبة لبعضها من خلال دائرة مسار التيار.

ويمكن استيعاب طريقة التوصيل العملي للدائرة التي تناولناها فى هذه الفقرة من الجسم المعمارى الذى يبين أماكن مكونات الدائرة ومسار المواسير المستخدمة بين هذه المكونات.

(فالشكل أ) يوضح طريقة التنفيذ باستخدام علب التفريع.

(والشكل ب) يوضح طريقة التنفيذ باستخدام الحلقات فى علب السقف.

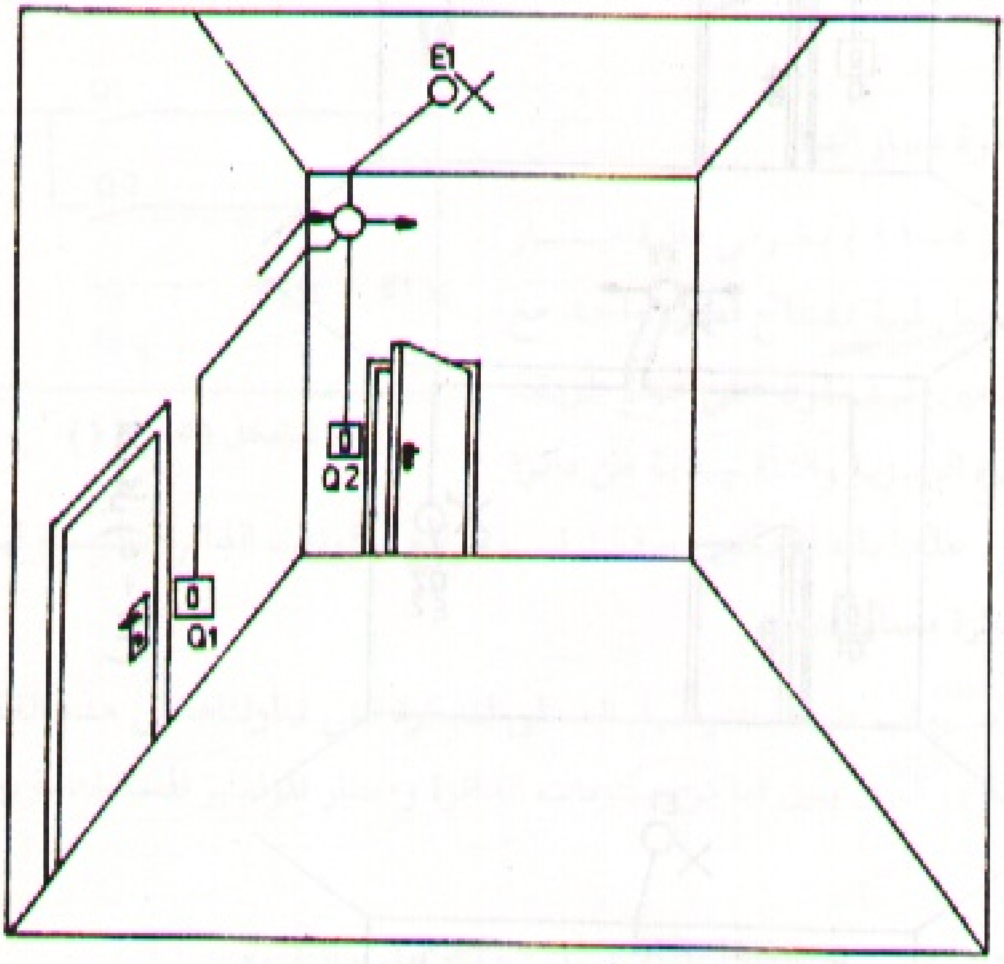
(والشكل جـ) يوضح طريقة التنفيذ باستخدام الحلقات فى علب المفاتيح.



الشكل (٥ - ١٢)

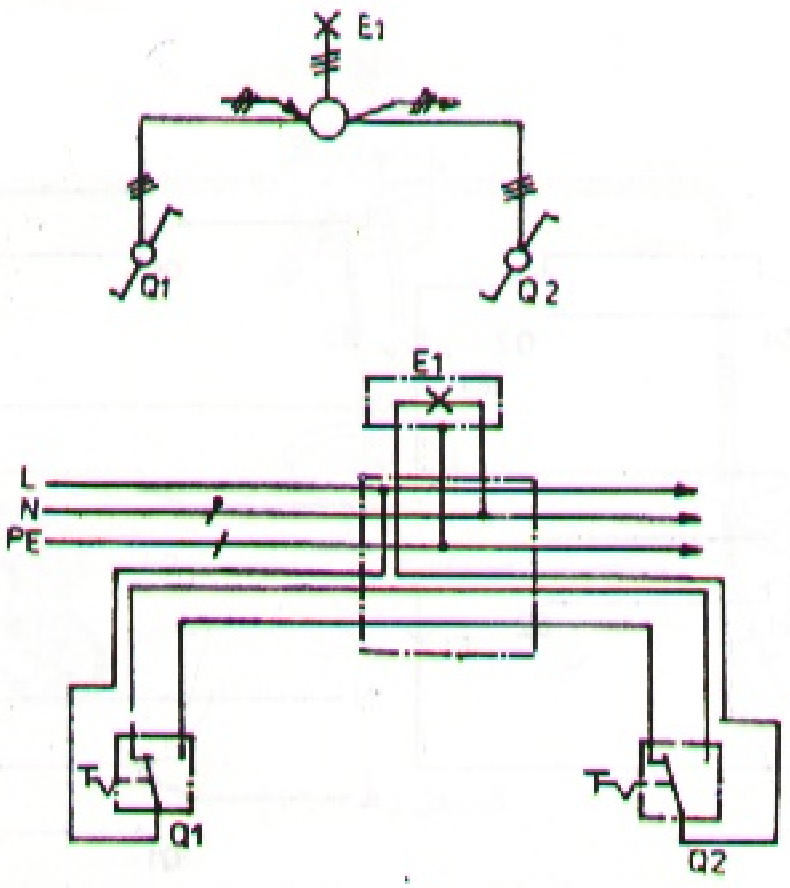
٥ / ٢ / ١ - تشغيل مصباح من مكانين مختلفين

(الشكل ٥ - ١٣) يعرض المجسم المعمارى لغرفة كبيرة بها زوج من الأبواب، وبجوار كل باب مفتاح تناوب بحيث يمكن إضاءة المصباح من أى مفتاح مستخدماً طريقة التمديد بعلب التفريع.



الشكل (٥ - ١٣)

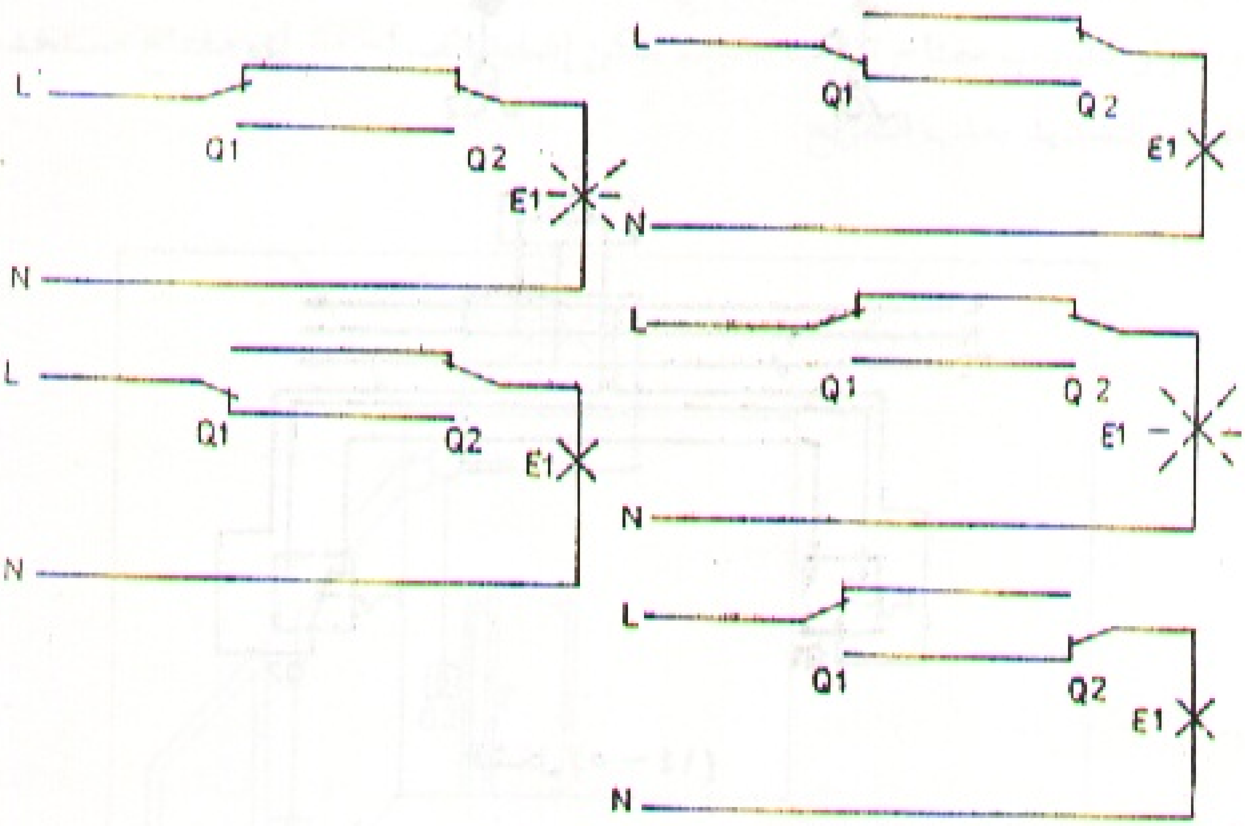
أما الشكل (٥-١٤) فيعرض الدائرة الرمزية والتنفيذية لتوصيل مفتاحى تناوب لإضاءة مصباح من مكانين مختلفين.



الشكل (٥ – ١٤)

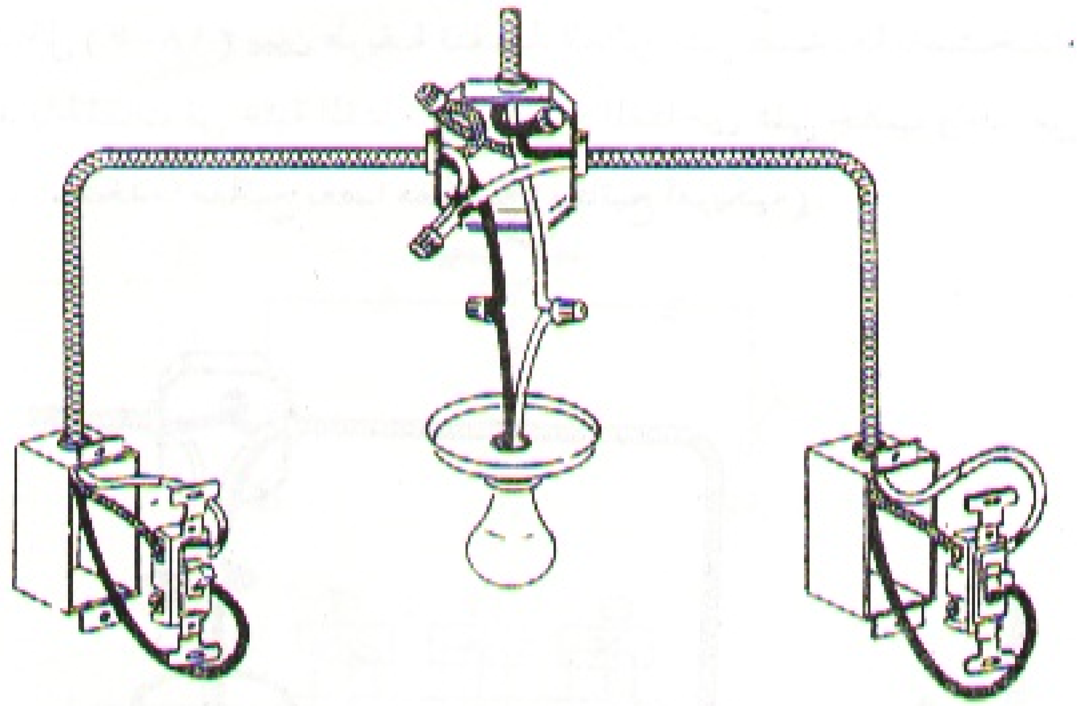
والشكل (٥–١٥) يعرض مسار التيار للدائرة التى بصددها فى خمسة أوضاع تشغيل متتالية.

ففى(الشكل أ) يكون المصباح E_1 غير مضيء، وفى (الشكل ب) عند تشغيل المفتاح Q_1 يضيء المصباح E_1 لاكتمال مسار تياره، وفى (الشكل جـ) عند تشغيل المفتاح Q_2 ينطفئ المفتاح E_1 ، وفى(الشكل د) عند تشغيل المفتاح Q_2 يضيء المصباح E_1، وفى (الشكل هـ) عند تشغيل المفتاح Q_1 ينطفئ المصباح E_1. من ذلك نستنتج أنه يمكن إضاءة وإطفاء المصباح E_1 من المفتاح Q_1 أو المفتاح Q_2.



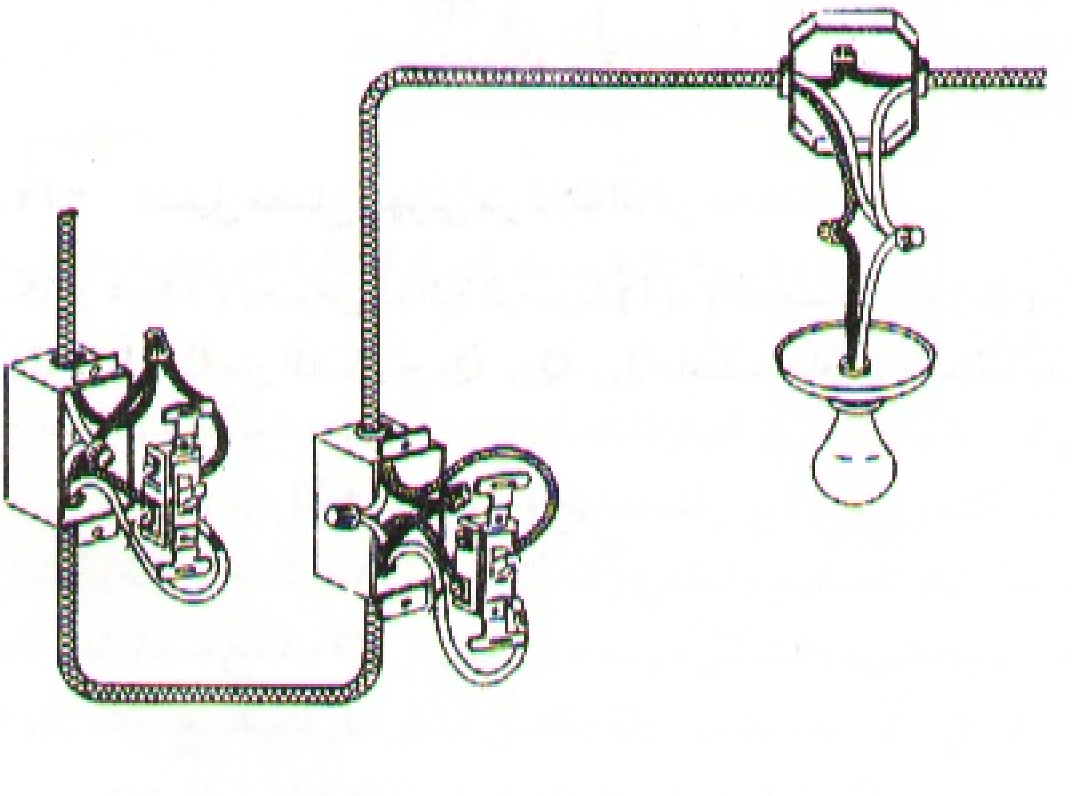
الشكل (٥ – ١٥)

أما الشكل (٥–١٦) فيبين طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة السقف عند وجود المفتاحين على جانبى علبة السقف باستخدام المفاتيح الأمريكية.



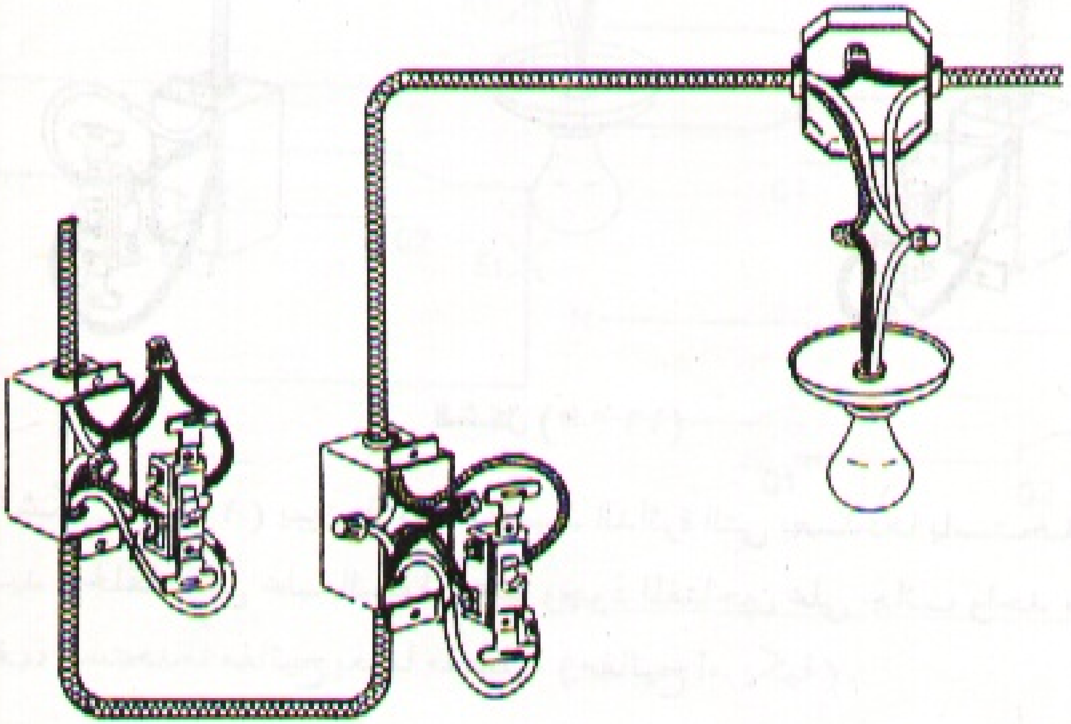
الشكل (٥ – ١٦)

والشكل (٥–١٧) يبين طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة السقف عند وجود المفتاحين على جانب واحد من علبة السقف، مستخدماً مفاتيح بعصا مفصلية (مفاتيح أمريكية).



الشكل (٥ – ١٧)

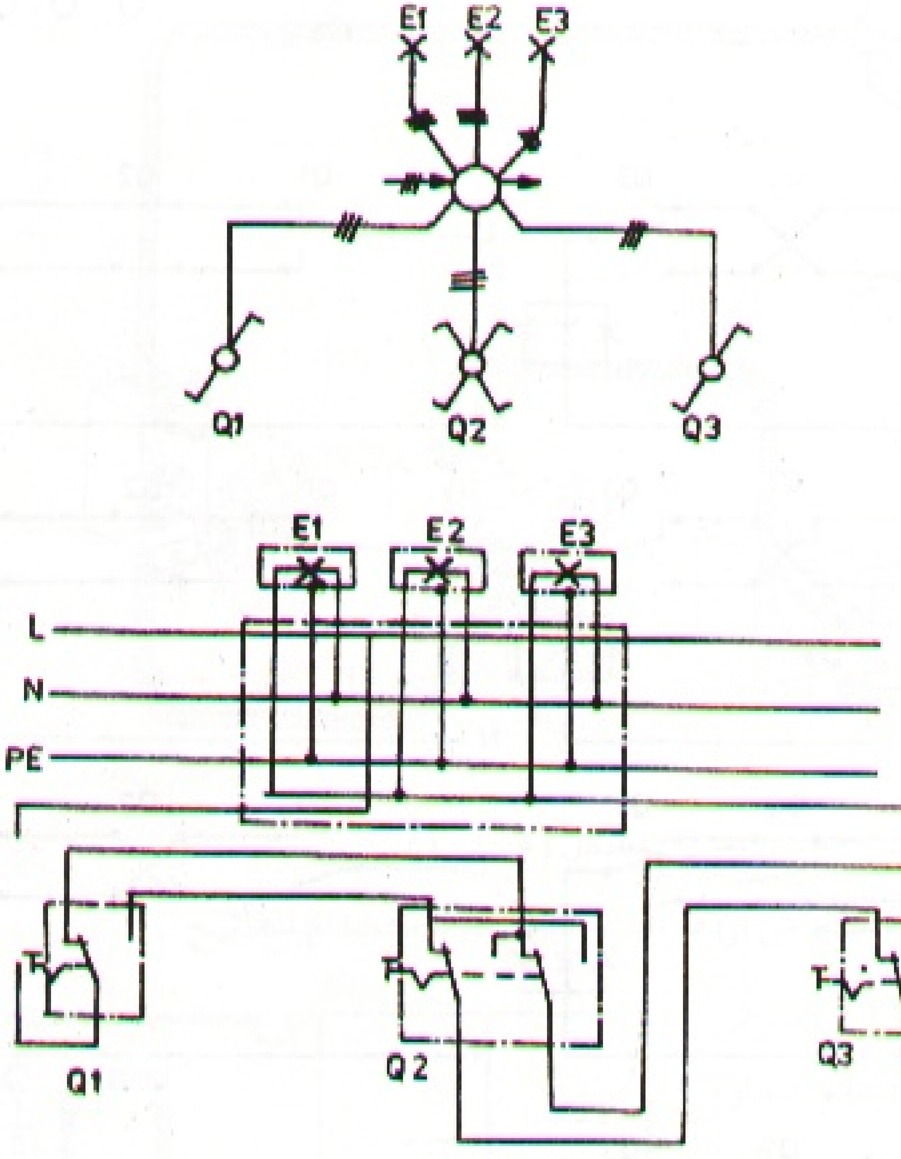
والشكل (٥-١٨) يبين طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة المفتاح عند وجود المفتاحين على جانب واحد من علبة السقف، مستخدماً مفاتيح بعصا مفصلية (مفاتيح أمريكية).



الشكل (٥ - ١٨)

٥ / ٢ / ٢ - تشغيل مصباح كهربى من ثلاثة أماكن مختلفة

الشكل (٥-١٩) يعرض الدائرة الرمزية (أ)، والتنفيذية (ب) لإضاءة المصابيح E_1, E_2, E_3 من المفاتيح Q_1, Q_2, Q_3 باستخدام نظام التمديد بعلب التفريع.

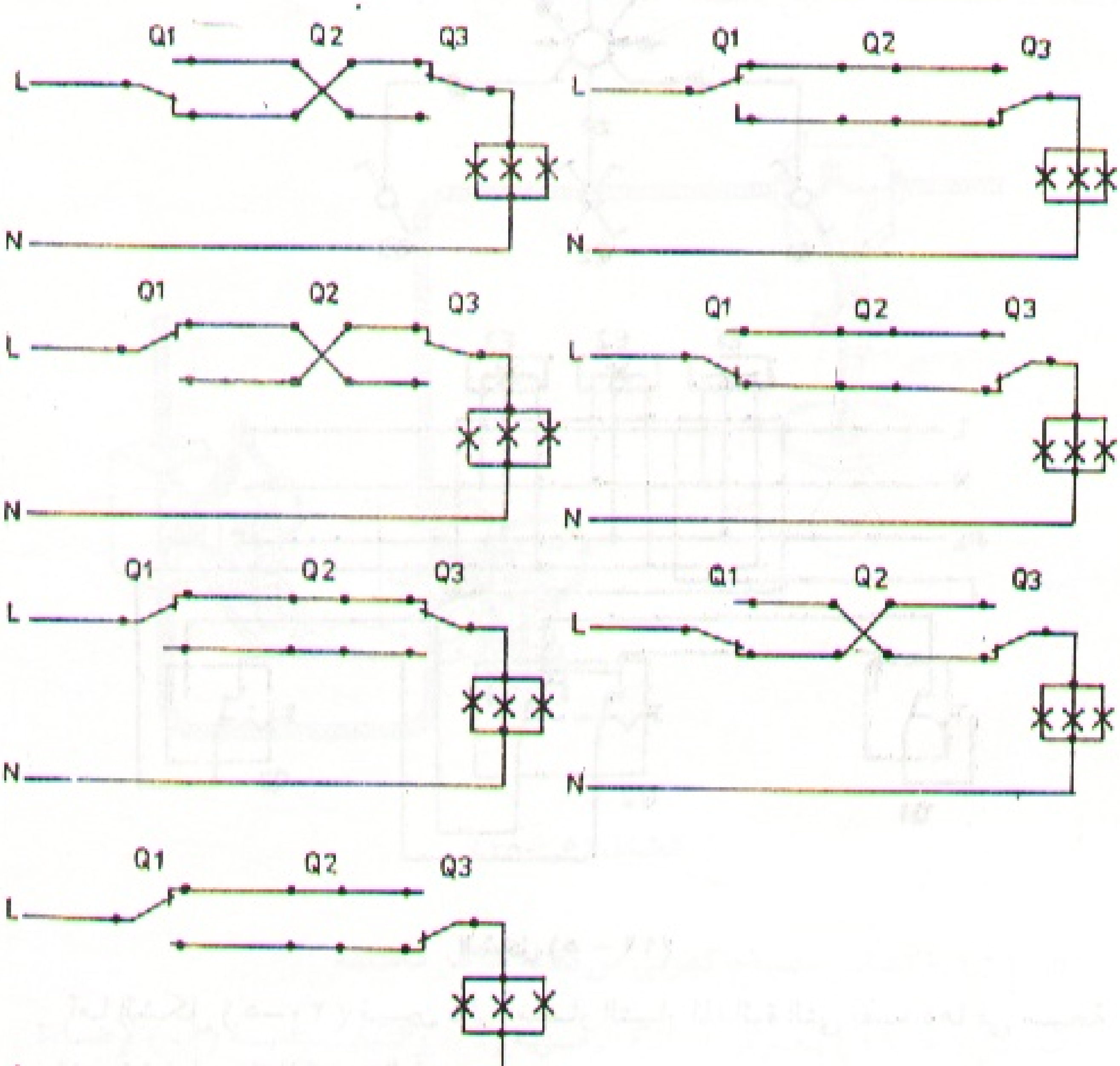


الشكل (٥ – ١٩)

أما الشكل (٥ – ٢٠) فيبين دائرة مسار التيار للدائرة التى بصددها فى سبعة مواضع تشغيل مختلفة ومتتالية.

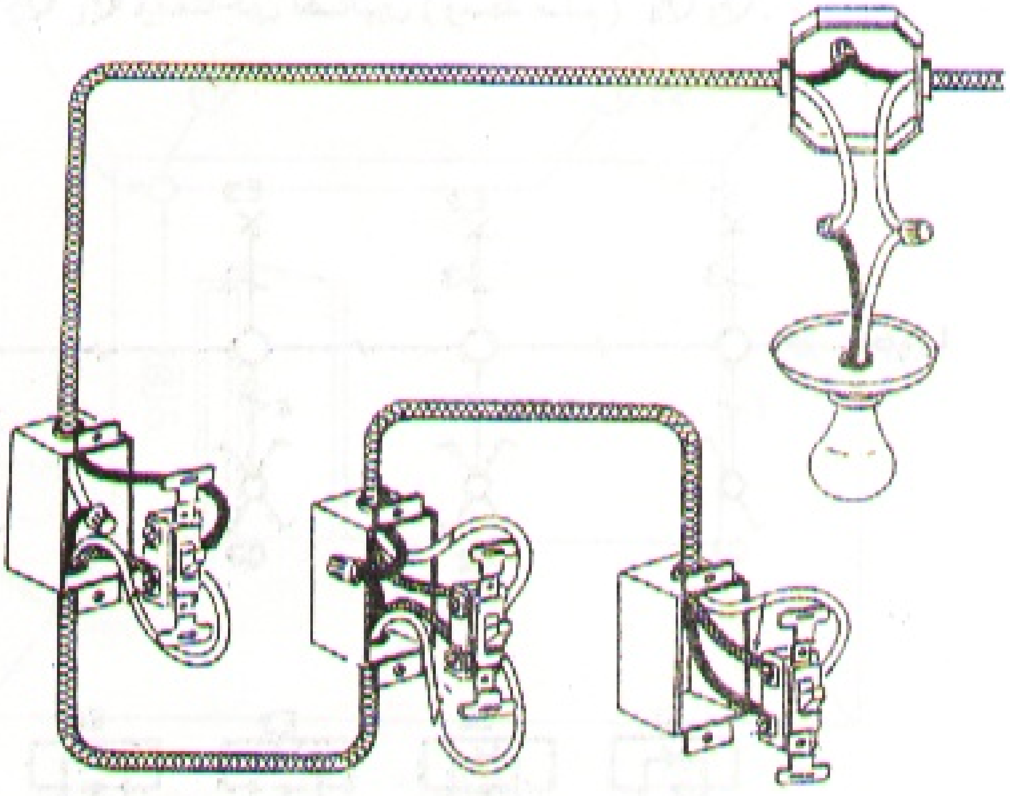
ففى البداية يكون مسار التيار للمصابيح غير متصل (الشكل أ). وعند تشغيل المفتاح Q_1 يكتمل مسار التيار للمصابيح وتضىء (الشكل ب). وعند تشغيل Q_2 ينقطع مسار تيار المصابيح وتنطفئ (الشكل جـ). وعند تشغيل Q_3 يكتمل مسار تيار المصابيح وتضىء (الشكل د). وعند تشغيل Q_1 ينقطع مسار تيار المصابيح تنطفئ (الشكل هـ). عند تشغيل Q_2 يكتمل مسار تيار المصابيح وتضىء (الشكل و). وعند تشغيل Q_3 ينقطع مسار تيار المصابيح وتنطفئ (الشكل ى).

ومن ذلك يتضح لنا أنه يمكن التحكم فى إضاءة وإطفاء المفاتيح من أحد المفاتيح الثلاثة Q_1, Q_2, Q_3.



الشكل (٥ – ٢٠)

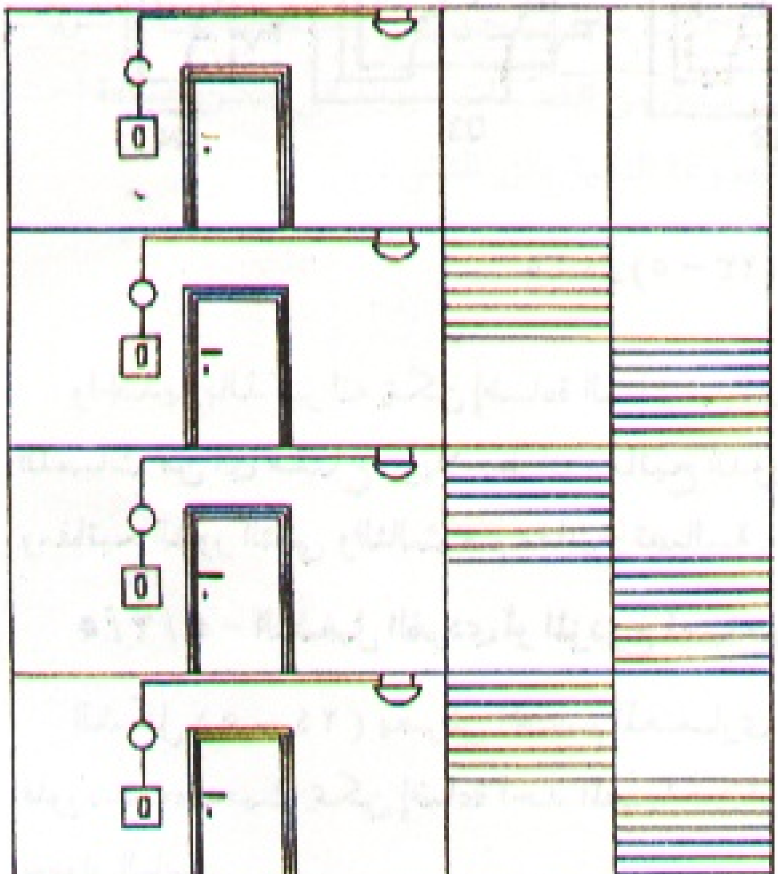
وتستخدم هذه الدائرة عادة فى الصالات الكبيرة التى فيها ثلاثة أبواب أو فى الممرات الكبيرة. والشكل (٥–٢١) يوضح طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة السقف عند وجود المفاتيح الثلاثة فى جانب واحد من علبة السقف مستخدماً مفاتيح بعصا مفصلية (مفاتيح أمريكية).



الشكل (٥ – ٢١)

٥ / ٢ / ٣ - إضاءة سلم من أربعة أماكن مختلفة باستخدام المفاتيح

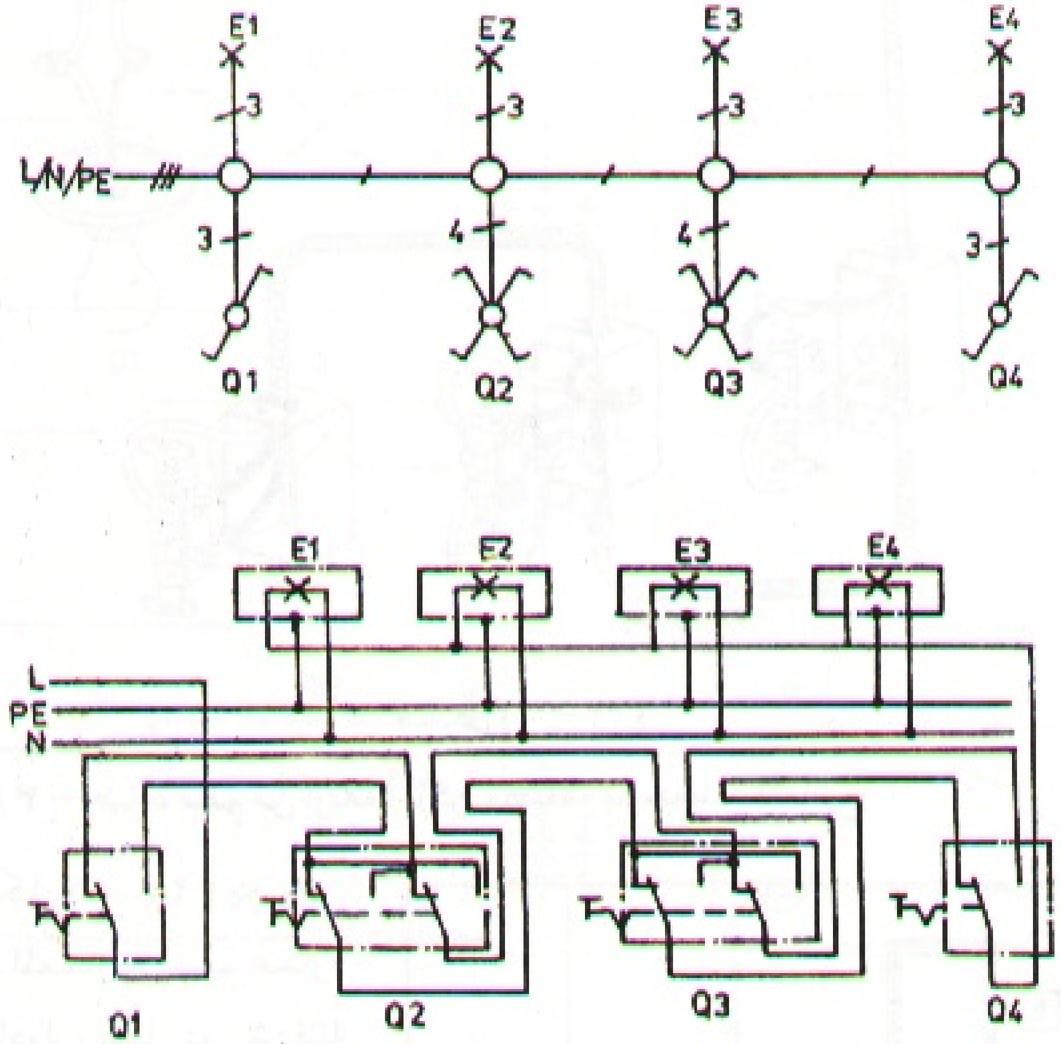
الشكل (٥–٢٢) يعرض المسقط المعمارى لسلم عمارة أربعة أدوار، بكل دور شقة ويوجد على هذا السلم فى مقابلة باب كل شقة مفتاح بحيث يمكن إضاءة اللمبات الأربعة للسلم من أى مفتاح ويمكن إطفاؤها من أى مفتاح.



الشكل (٥ – ٢٢)

والشكل (٥–٢٣) يعرض الدائرة الرمزية والتنفيذية لإضاءة سلم عمارة أربعة أدوار باستخدام مفتاحى تناوب

(طرف سلم) Q_1, Q_2 ومفتاحين تصالبين (وسط سلم) Q_3,Q_4 .

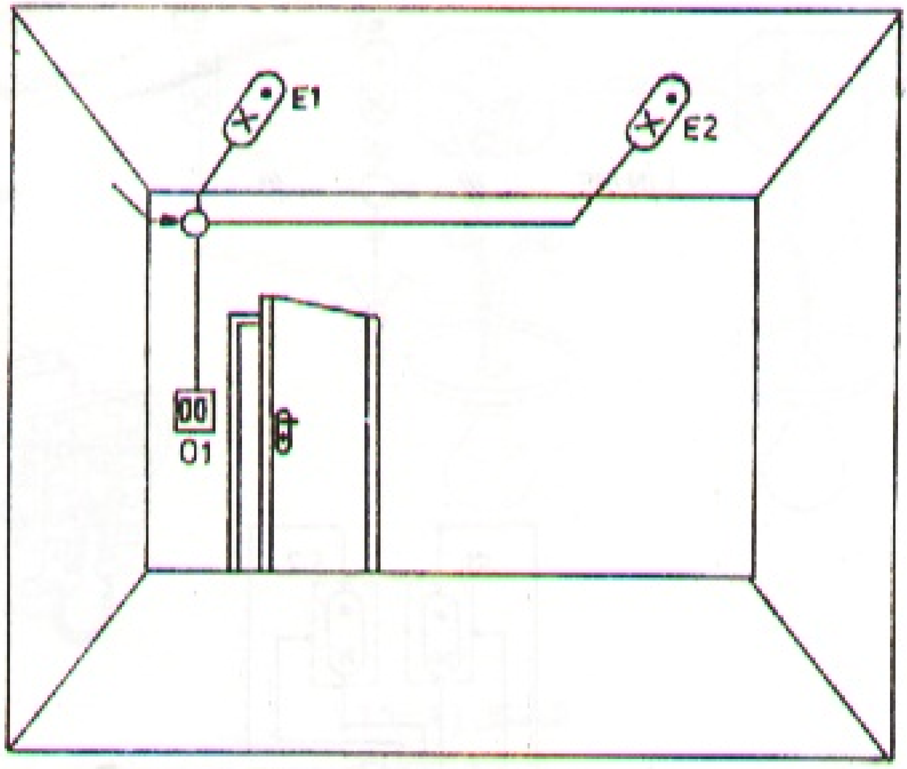


الشكل (٥ – ٢٣)

والجدير بالذكر انه يمكن إضاءة السلم من أى مفتاح، وكذلك يمكن إطفاء اللمبات من أى مفتاح، ويلاحظ أن مفاتيح الدور الأول والأخير هم مفتاح تناوب ومفاتيح الدور الثانى والثالث هم مفاتيح تصالبية .

٥ / ٢ / ٤ – التشغيل الفردى أو المزدوج لمصباحين من مكان واحد

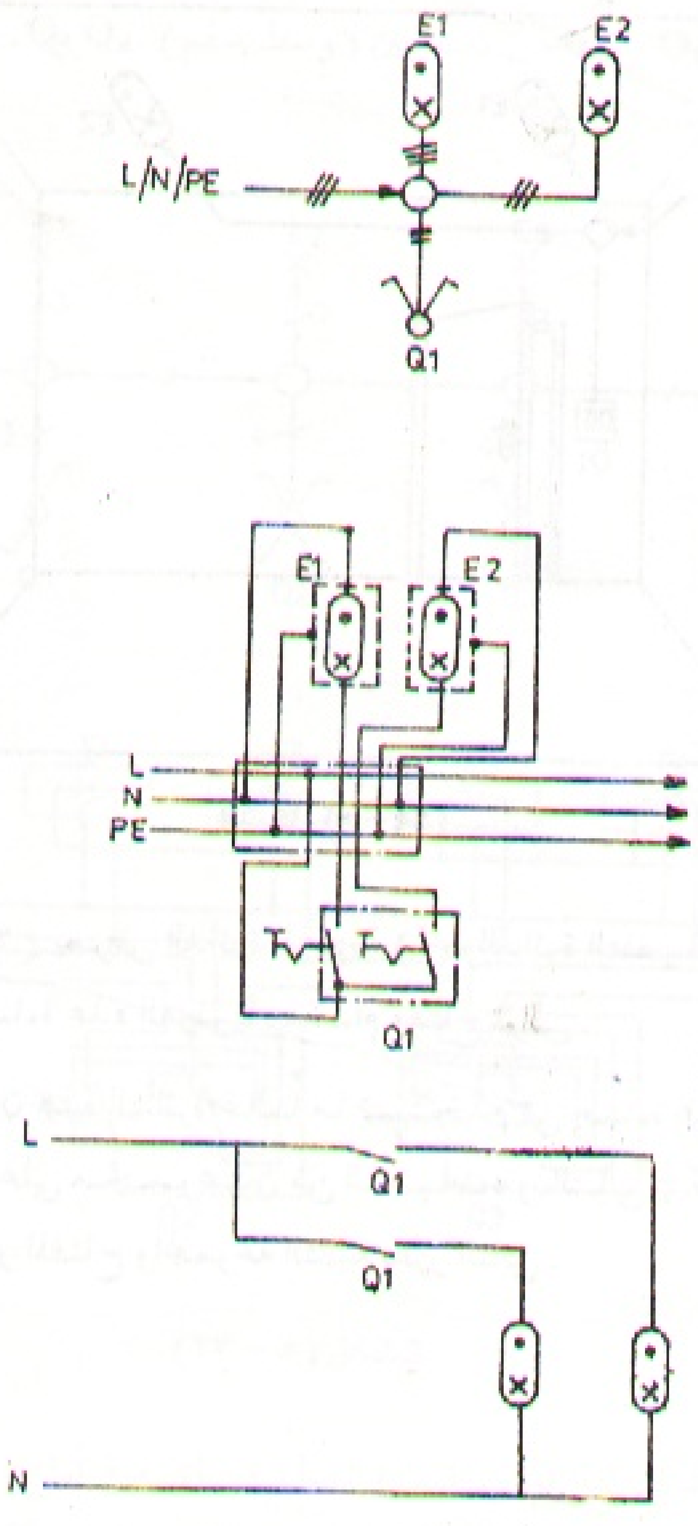
الشكل (٥ – ٢٤) يعرض المجسم المعمارى لغرفة تحتوى على مصباحين فلورسنت، بحيث يمكن إضاءة أحد المصباحين أو المصباحين معاً من مفتاح واحد بجوار الباب .



الشكل (٥-٢٤)

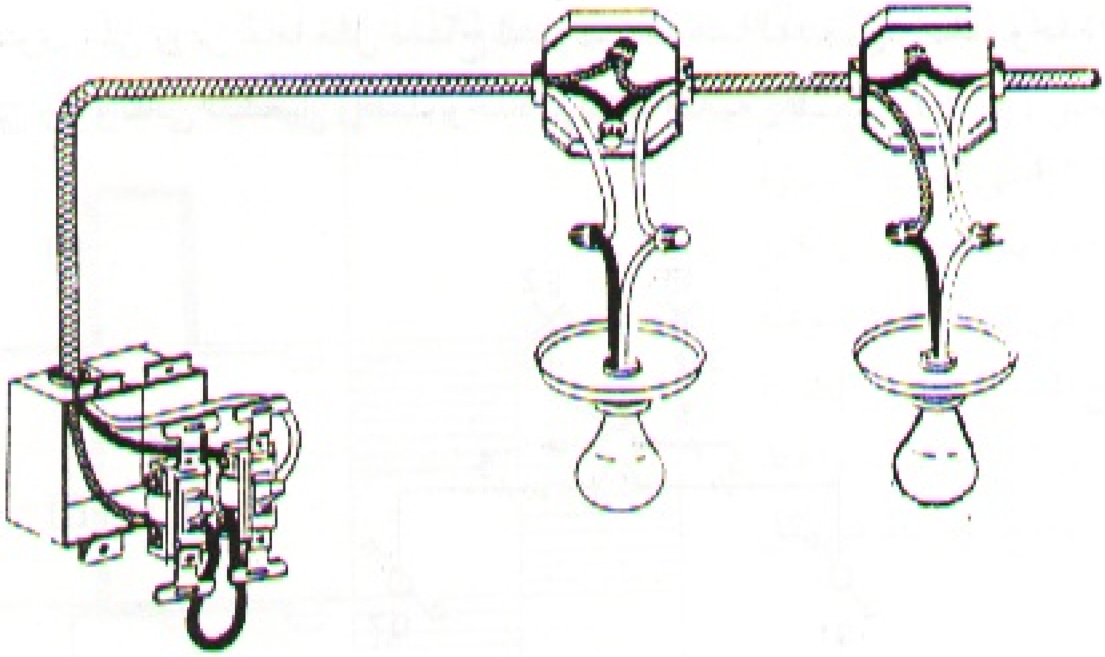
والشكل (٥-٢٥) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والدائرة التنفيذية (ب) ومسار التيار (جـ) لمخطط إضاءة هذه الغرفة باستخدام مفتاح توالى.

والجدير بالذكر أن هذه الدائرة غالباً ما تستخدم فى إضاءة النجف (الثريات) والتى عادة تحتوى على مجموعتين من اللمبات، وبالتالى يمكن إضاءة إحدى المجموعتين بأحد أزرار المفتاح والمجموعة الثانية بالزر الثانى.



الشكل (٥-٢٥)

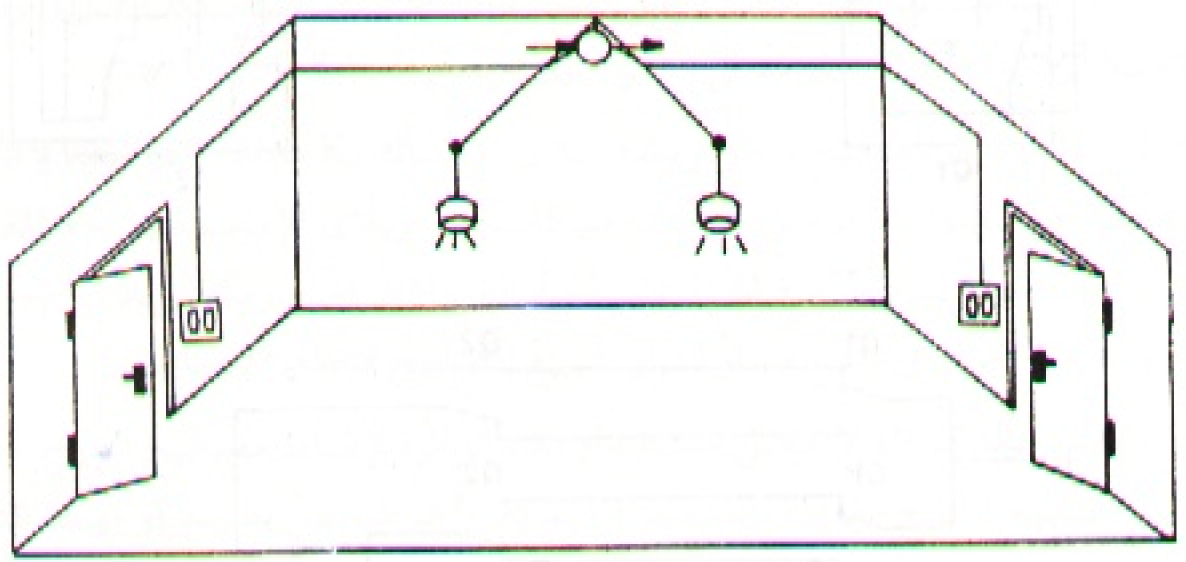
والشكل (٥-٢٦) يعرض طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها لإضاءة مصباحين من مكان واحد باستخدام مفتاحين مفرد بعصا مفصلى مثبتين فى علبتين متجاورتين وذلك باتباع نظام التمديد فى علب السقف .



الشكل (٥-٢٦)

٥ / ٢ / ٥ - التحكم فى إضاءة وحدتى إضاءة من مكانين مختلفين

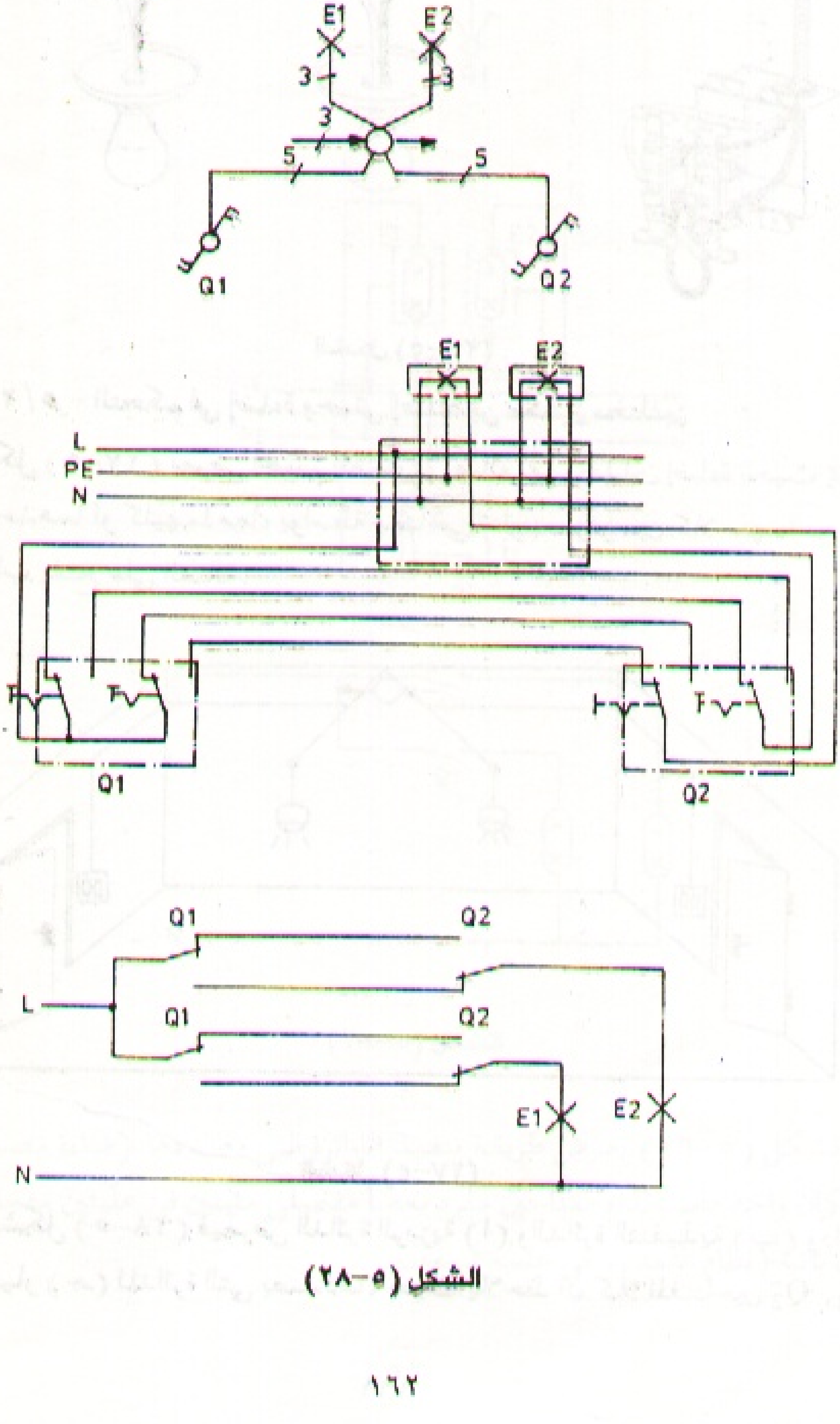
الشكل (٥-٢٧) يعرض المجسم المعمارى لصالة بها وحدتين إضاءة بحيث يمكن إضاءة أحدهما أو كليهما معاً، بواسطة مفتاحى تناوب مزدوجين كلا منهما موجود بجوار باب يفتح على الصالة.



الشكل (٥-٢٧)

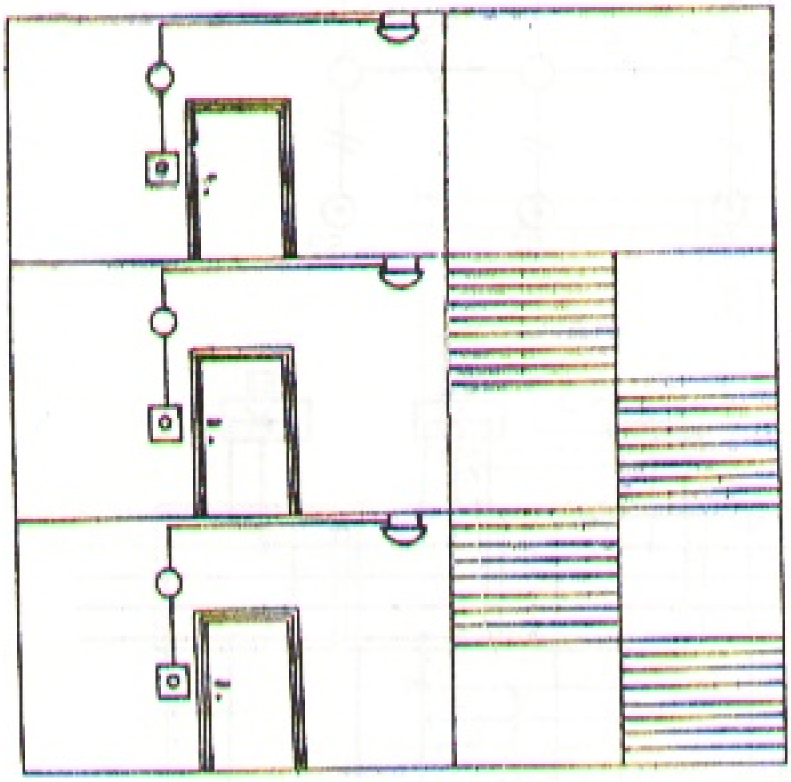
أما الشكل (٥-٢٨) فيعرض الدائرة الرمزية (أ) والدائرة التنفيذية (ب) ودائرة مسار التيار (جـ) للدائرة التى بصددها، حيث يلاحظ أن كلا المفتاحين Q_1, Q_2

يحتوى على زرين تماماً مثل مفتاح التناوب أحدهما لتشغيل وإطفاء وحدة الإضاءة الاولى E_1 والثانى لتشغيل وإطفاء وحدة الإضاءة الثانية E_2.



الشكل (٥-٢٨)

٥ / ٢ / ٦ - تشغيل مجموعة من المصابيح من ثلاثة أماكن بثلاثة ضواغط



الشكل (٥-٢٩)

الشكل (٥-٢٩) يعرض المسقط الراسى لدرج عمارة ثلاثة أدوار بحيث يمكن التحكم فى إضاءة مجموعة المصابيح المستخدمة في إضاءة الدرج من ثلاثة ضواغط بحيث يوضع ضاغط فى كل دور.

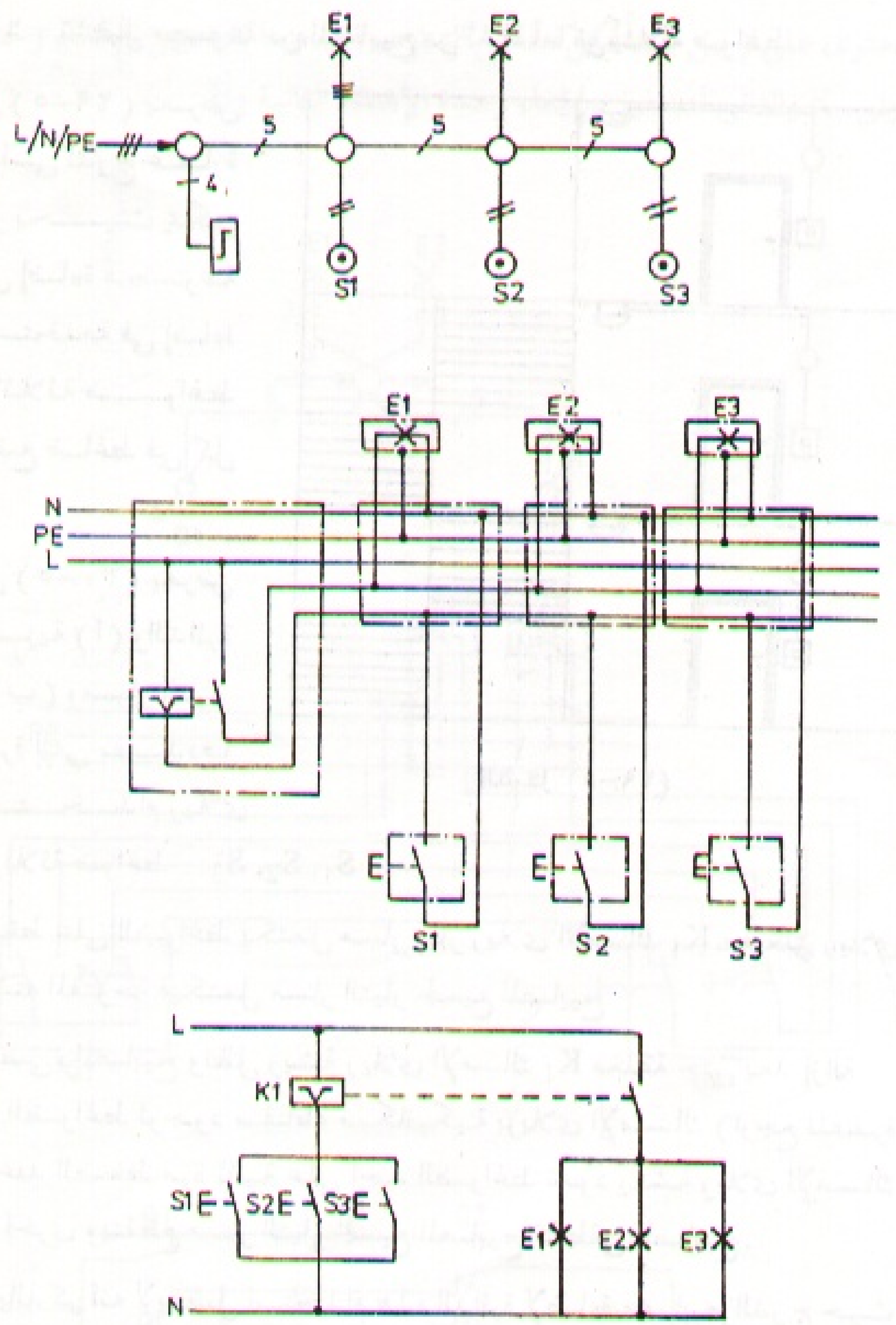
والشكل (٥-٣٠) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والدائرة التنفيذية (ب) ومسار التيار (جـ) للدائرة التى بصددها وذلك باستخدام ريلاى الإمساك K_1 وثلاثة ضواغط S_1, S_2, S_3

فعند الضغط على الضواغط يكتمل مسار تيار ريلاى الإمساك K_1، فيغلق ريلاى الإمساك ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار لجميع المصابيح

$E_1.E_2.E_3$ وتضيء المصابيح وتظل ريشة ريلاى الإمساك K_1 مغلقة حتى بعد إزالة الضغط عن الضواغط لوجود سقاطة ميكانيكية بريلاى الإمساك (ارجع للفقرة ٣-١٠). وعند الضغط مرة ثانية على أحد الضواغط تعود ريشة ريلاى الإمساك مفتوحة مرة أخرى وينقطع مسار التيار لجميع المصابيح فتنطفئ المصابيح.

والجدير بالذكر أنه لايفضل استخدام هذه الدائرة لإضاءة مصابيح الدرج حيث تظل مصابيح الدرج مضيئة باستمرار إذا لم يقم آخر شخص يصعد أو يهبط الدرج بالضغط على أحد الضواغط لإطفاء مصابيح الدرج.

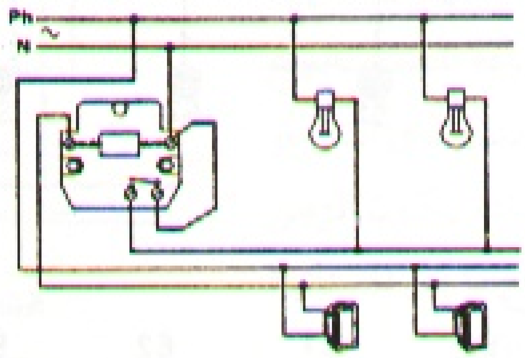
ولكن ينصح باستخدام هذه الدائرة فى إضاءة الصالات أو الغرف الكبيرة التى لها أكثر من ثلاثة مداخل حيث يمكن تشغيل ريلاى الإمساك من عدد لانهائى من المواضع.

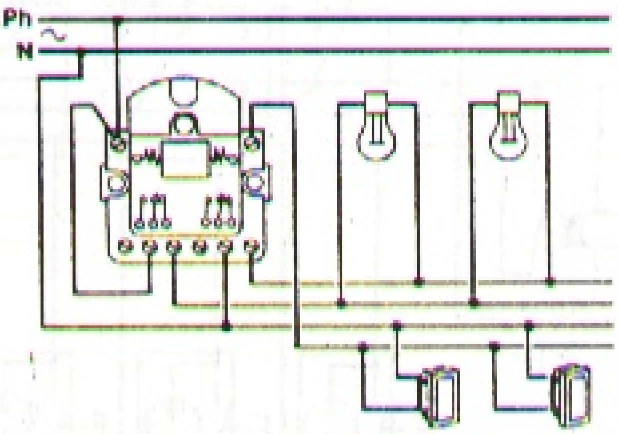


الشكل (٥-٣٠)

والشكل (٥-٣١) يعرض نموذجين مختلفين لتوصيل ريلاى إمساك من النوع الذى يوضع داخل علبة توصيل، فالشكل (أ) يعرض دائرة توصيل ريلاى إمساك بقطب واحد (بريشة واحدة) مع ضاغطين ومصباحين، والشكل (ب) يعرض دائرة توصيل ريلاى إمساك بقطبين (ريشتين) مع ضاغطين ومصباحين؛ علما بأنه إذا كان

التيار المسحوب بالمصابيح أقل من 10A ينصح باستخدام ريلاى إمساك قطب واحد، فى حين أنه إذا زاد التيار المسحوب عن 10A يستخدم ريلاى إمساك بقطبين حيث تقسم المصابيح على قطبى الريلاى.



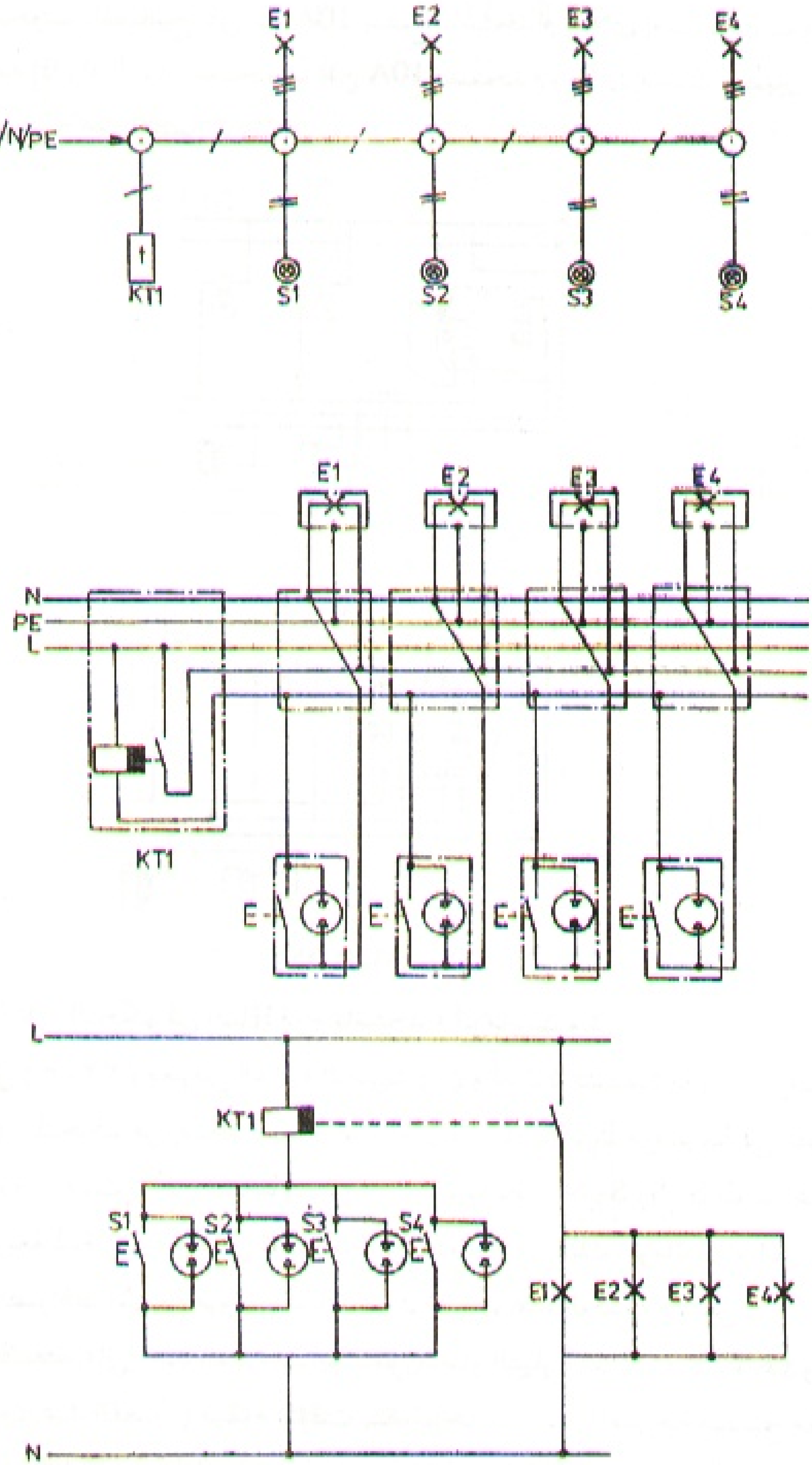


الشكل (٥-٣١)

٥ / ٢ / ٧ - التحكم فى إضاءة درج باستخدام أتوماتيك سلم

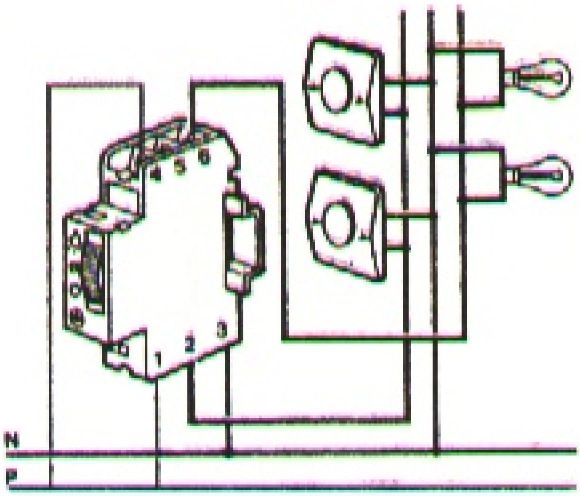
الشكل (٥-٣٢) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والدائرة التنفيذية (ب) ومسار التيار (جـ)، للتحكم فى إضاءة أربعة مصابيح E_1, E_2, E_3, E_4 موضوعة فى الطوابق الأربعة لعمارة، بحيث يمكن تشغيلها من أحد الضواغط S_1, S_2, S_3, S_4 الموضوعة فى الطوابق الأربعة لمدة زمنية خمس ثوانى 5S، ويستخدم فى ذلك أتوماتيك سلم KT_1. علما بأن الضواغط الأربعة مزودة بلمبات نيون تضىء عند الوضع الطبيعى.

فعند الضغط على أحد الضواغط يكتمل مسار التيار لملف المؤقت KT_1 (وهذا المؤقت يؤخر عند الفصل) فيقوم المؤقت بتغيير حالة ريشته المفتوحة فتصبح مغلقة وبمجرد تحرير الضواغط (إزالة الضغط عنها) تظل ريشة المؤقت مغلقة الفترة الزمنية المعاير عليها هذا المؤقت.



الشكل (٥-٣٢)

أما الشكل (٥-٣٣) فيعرض طريقة التوصيل العملية لأتوماتيك سلم من النوع الالكتروني الذي يثبت على قضبان أو ميجا مع مصباحين وضاغطين. علماً بانه يمكن زيادة المصابيح والضواغط بشرط الا يتعدى التيار المسحوب 16A، وعادة يكون الزمن المتاح لهذا المؤقت يتراوح ما بين 30 ثانية إلى سبع دقائق (30S:7min) .



الشكل (٥-٣٣)

الباب السادس

الأنظمة الحديثة للإضاءة

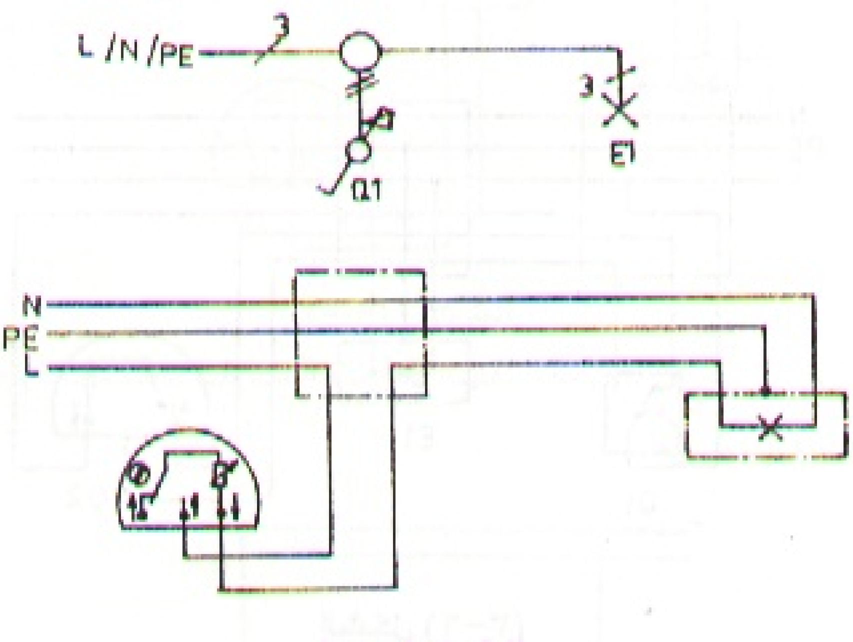
الأنظمة الحديثة للإضاءة

٦ / ١ - مخفضات الإضاءة Dimmers :

مخفضات الإضاءة هى مفاتيح الكترونية تعمل على التحكم فى استضاءة المصابيح الكهربية ومنها ما هو معد للتحكم فى استضاءة المصابيح المتوهجة ومنها ما هو معد للتحكم فى استضاءة المصابيح الفلورسنت ويتم خفض استضاءة المصابيح عن طريق التحكم فى جهد التشغيل فكلما قل جهد تشغيل المصباح انخفضت استضاءته والعكس بالعكس.

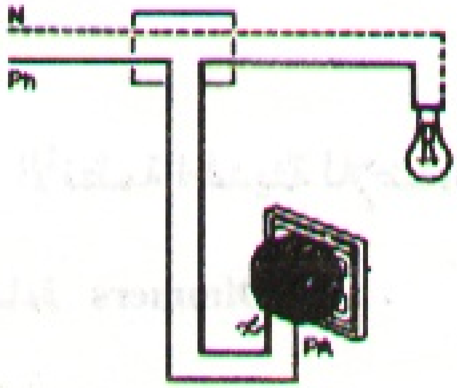
٦ / ١ / ١ - التحكم فى استضاءة المصابيح المتوهجه :

الشكل (٦-١) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) للتحكم فى استضاءة مصباح متوهج بواسطة مخفض الإضاءة Q_1 يعمل ببكرة.



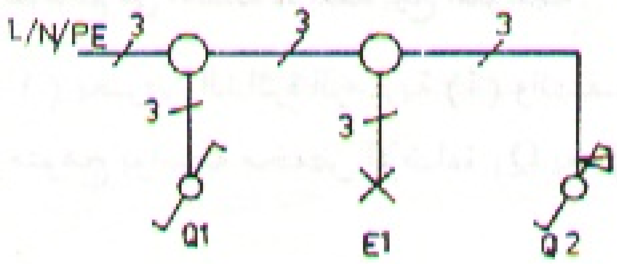
الشكل (٦-١)

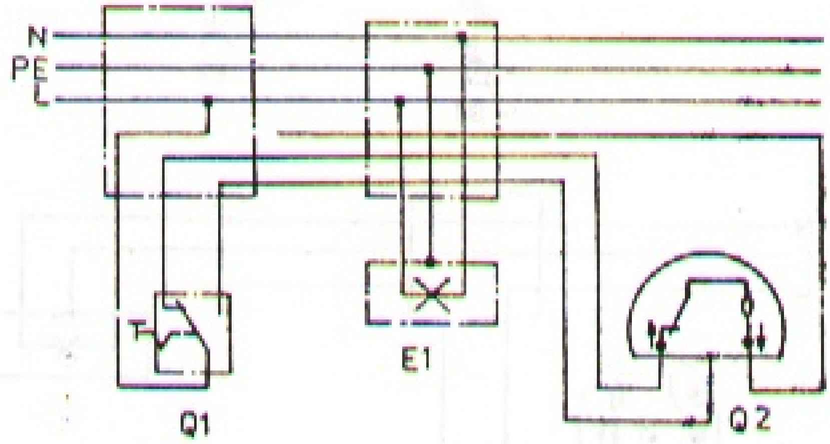
والشكل (٦-٢) يبين طريقة تنفيذ الدائرة السابقة باستخدام مخفض إضاءة من صناعة شركة legrand الفرنسية، علماً بأنه لم يستخدم فى هذه الدائرة موصل وقاية.



الشكل (٦-٢)

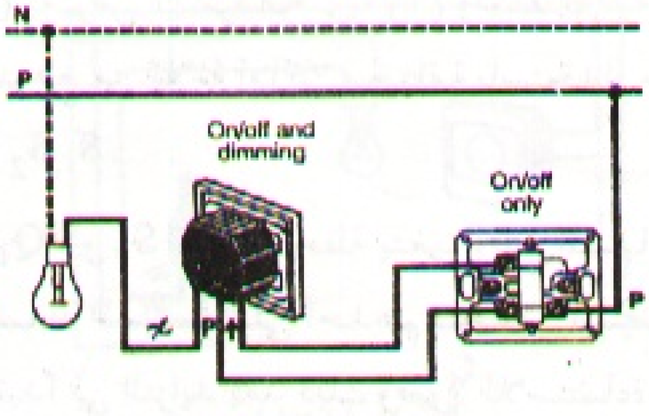
والشكل (٦-٣) يبين الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) لدائرة بمفتاحين تناوب، أحدهما مخفض إضاءة Q_2 له بكرة ويعمل كمفتاح تناوب عند الضغط عليه والثاني مفتاح تناوب Q_1.





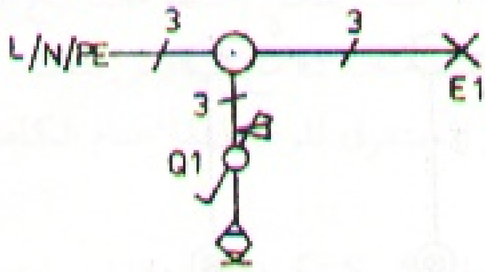
الشكل (٦-٣)

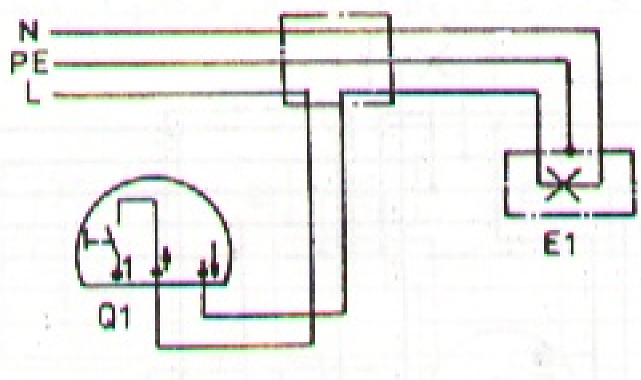
أما الشكل (٦-٤) فيبين طريقة تنفيذ الدائرة السابقة باستخدام مخفض إضاءة من شركة Legrand الفرنسية.



الشكل (٦-٤)

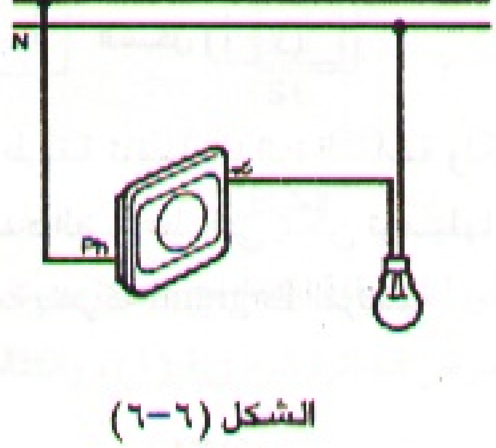
أما الشكل (٦-٥) فيعرض الدائرة الرمزية (أ)، والتنفيذية (ب)، للتحكم فى استضاءة مصباح متوهج بواسطة مخفض إضاءة Q_1 يعمل باللمس.





الشكل (٦-٥)

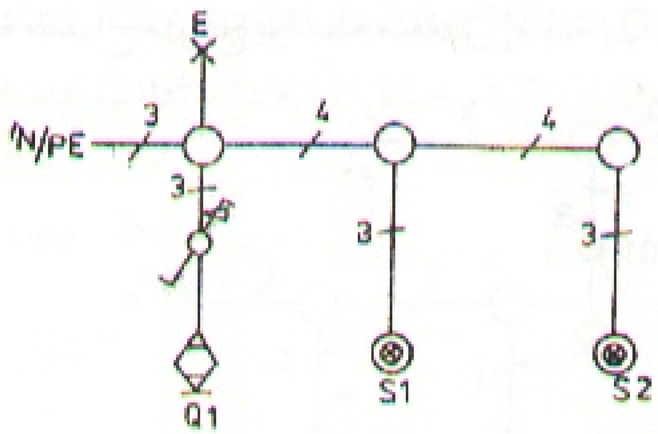
والشكل (٦-٦) يبين طريقة تنفيذ الدائرة السابقة باستخدام عناصر مصنعة بشركة Legrand الفرنسية.

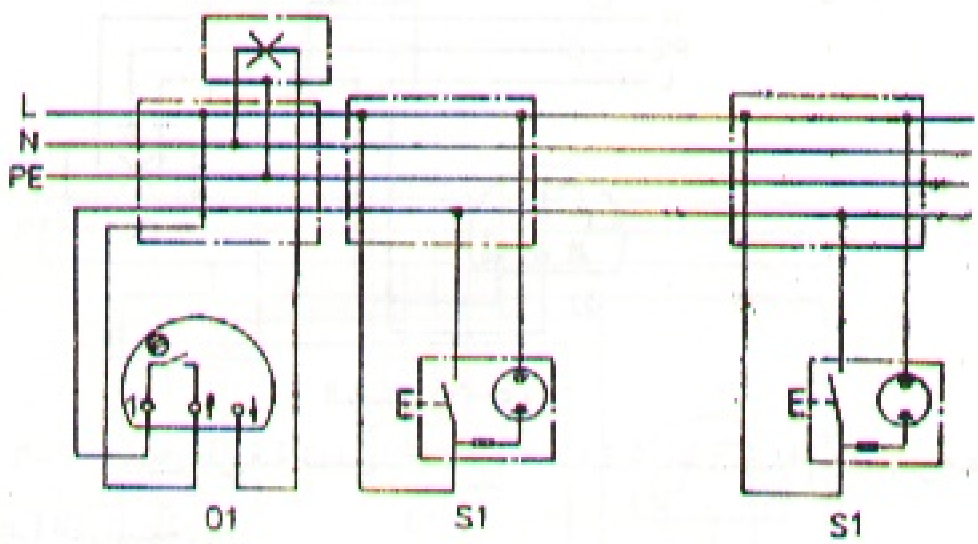


الشكل (٦-٦)

والشكل (٦-٧) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) للتحكم فى استضاءة مصباح متوهج من ثلاثة أماكن مختلفة باستخدام مخفض إضاءة يعمل باللمس Q_1 وضاغطين S_1, S_2 .

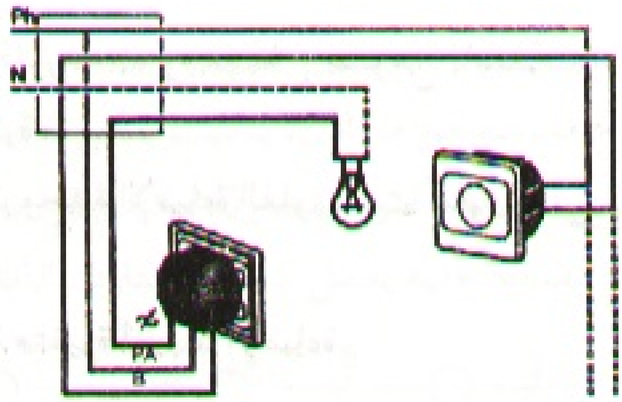
فعند الضغط على Q_1 أو S_1 أو S_2 للحظة يتغير وضع المصباح من on إلى off أو العكس، أما عند الضغط المستمر على أحدهم تنخفض استضاءة المصباح وصولاً للاعتام الكامل، ثم تبدأ فى التزايد بعد ذلك وصولاً للاستضاءة الكاملة، ثم تبدأ فى الاعتام وهكذا.





الشكل (٦-٧)

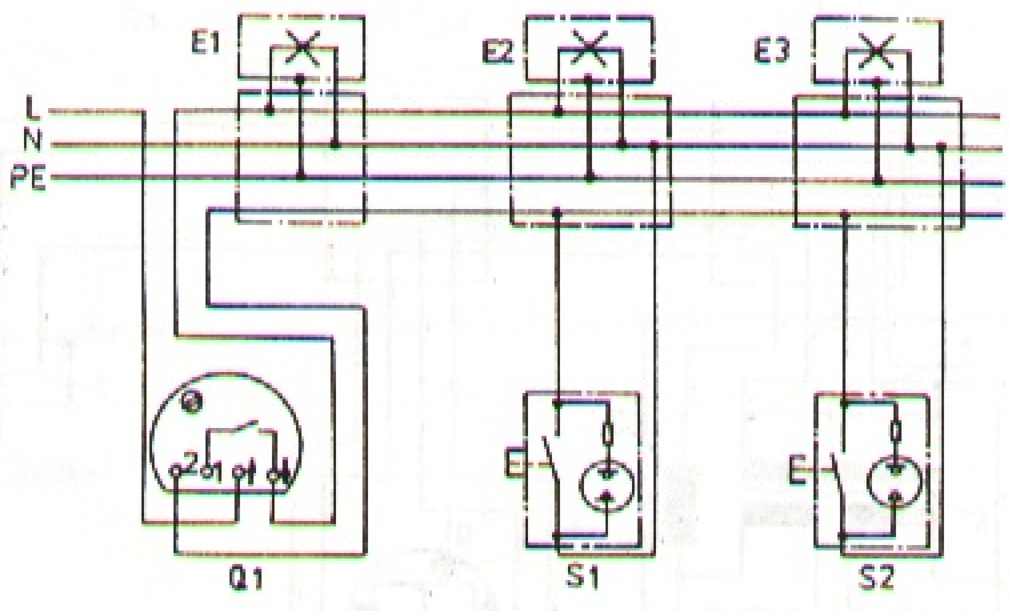
والشكل (٦-٨) يوضح طريقة تنفيذ الدائرة السابقة ولكن باستخدام ضواغط بدون لمبات بيان؛ علماً بأن عدد الضواغط التى يمكن توصيلها فى الدائرة يصل إلى 5 وذلك باستخدام عناصر مصنعة بشركة Legrand الفرنسية.



الشكل (٦-٨)

والشكل (٦-٩) يعرض الدائرة التنفيذية لدائرة التأخير عند الإطفاء مع تخفيض الإضاءة، حيث يتم التحكم فى ثلاثة مصابيح من ثلاثة مواضع مختلفة، ويكثر استخدام هذه الدائرة فى السلالم حيث يمكن إضاءة مصابيح السلم من أى ضاغط، وتظل المصابيح مضيئة لمدة زمنية محددة مع التناقص المستمر فى الإضاءة وصولا للاعتام الكامل؛ علماً بأن الزمن المستغرق للوصول للاعتام الكامل يعتمد على معايرة مخفض الإضاءة Q_1.

والجدير بالذكر أن الضواغط S_1,S_2 تكون مزودة بلمبات نيون تكون مضيئة باستمرار وذلك لكى ترشد رواد السلم عن مكانها، كما أنه يمكن زيادة عدد الضواغط لأى عدد مطلوب.



الشكل (٦-٩)

٦ / ١ / ٢ - التحكم فى استضاءة المصابيح الفلورسنت

الشكل (٦-١٠) يعرض الدائرة الرمزية (أ)، والتنفيذية (ب) للتحكم فى

استضاءة مصباح فلورسنت ومصباح متوهج باستخدام مخفض إضاءة لمبات فلورسنت يعمل ببكرة.

والجدير بالذكر أن وحدة الإضاءة الفلورسنت تحتوى على مصباح سريع البدء.

حيث إن:

1 مقاومة متغيرة لضبط الإضاءة

2 لمبة متوهجة

3 كابح الكترونى

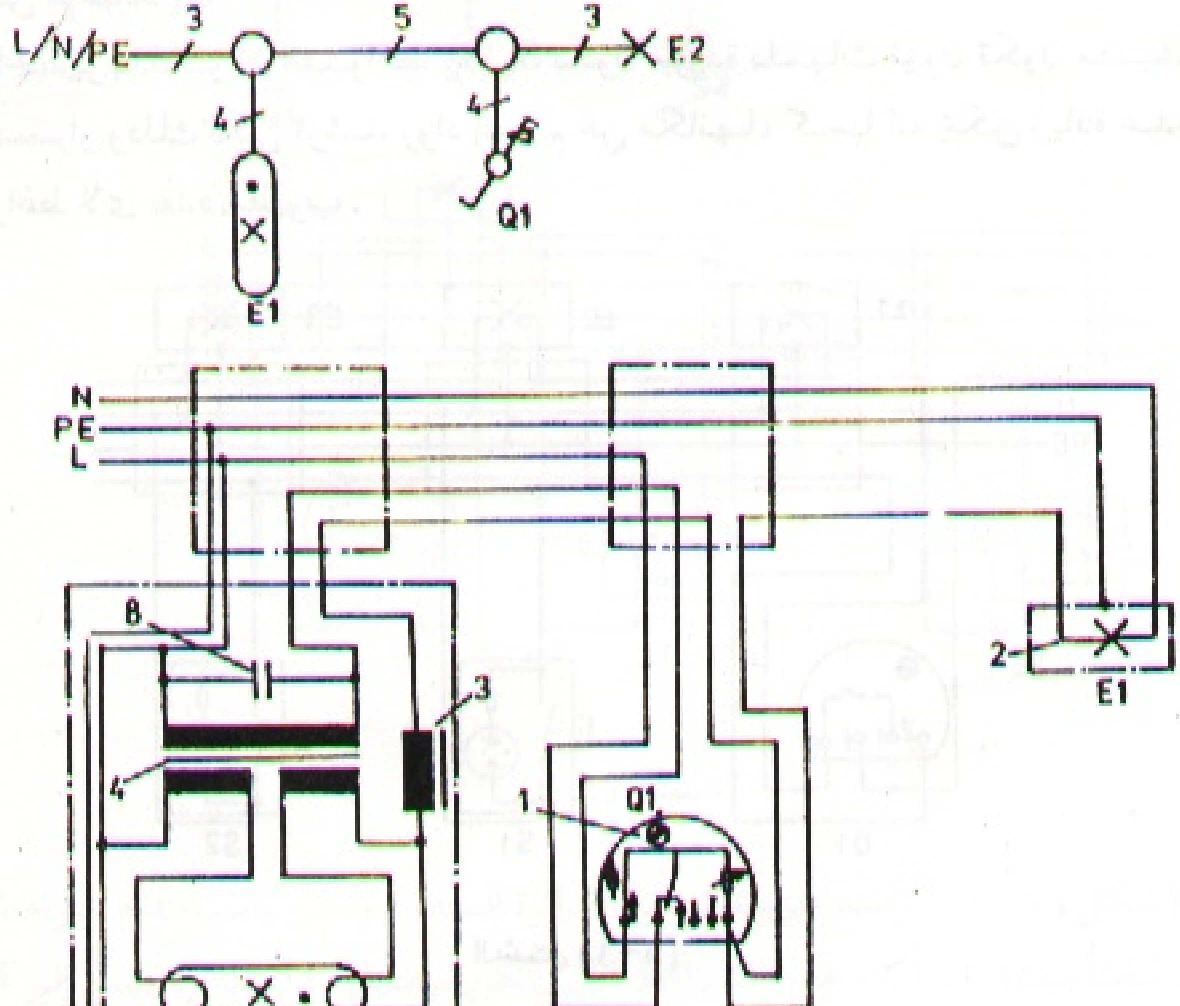
4 محول فتيلة المصباح الفلورسنت

5 مصباح فلورسنت

6 أرضى المصباح

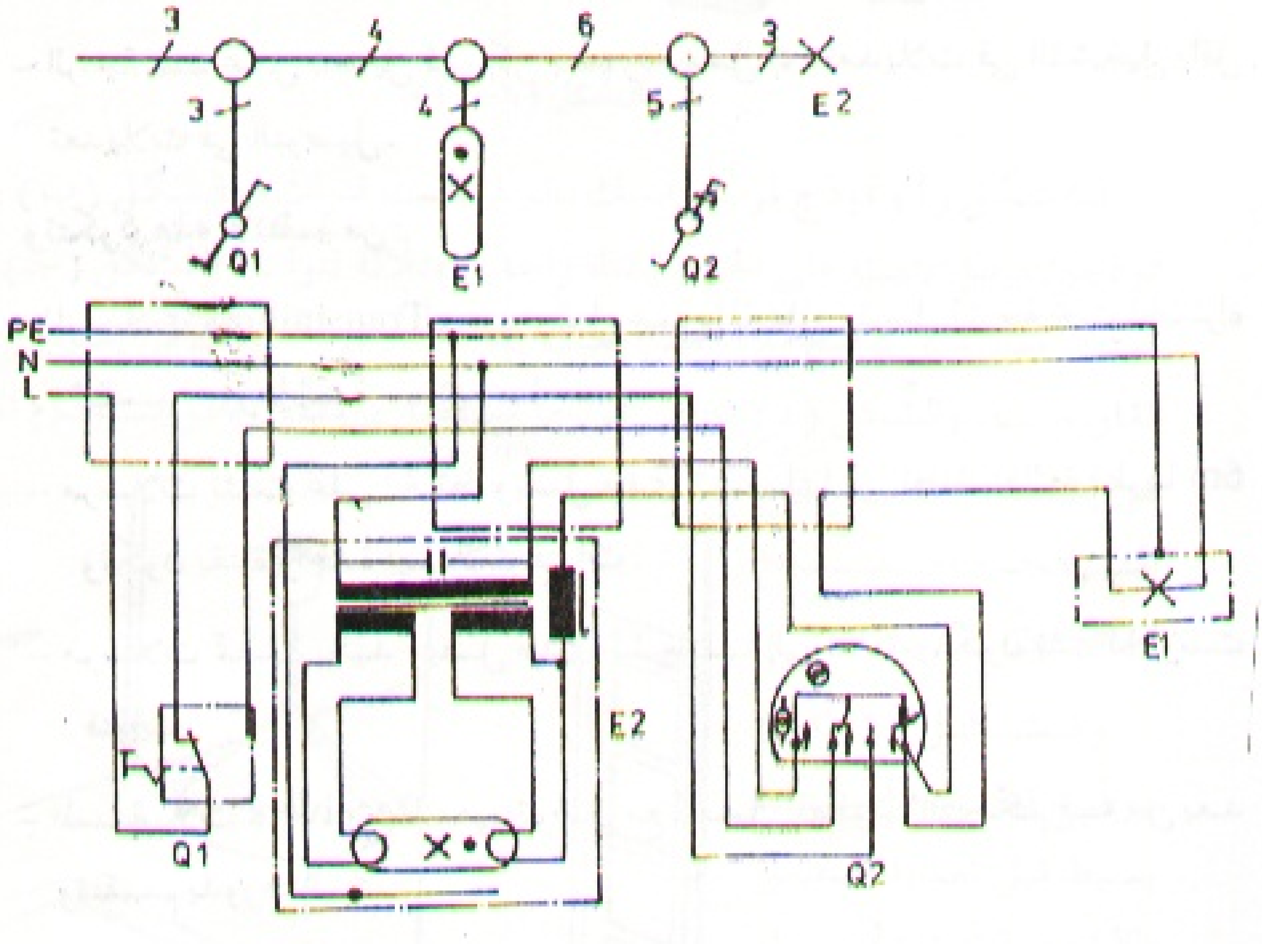
7 وسيلة إشعال مساعدة

8 مكثف لتحسين معامل القدرة



الشكل (٦-١٠)

أما الشكل (٦-١١) فيعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) لتشغيل مصباح فلورسنت ومصباح متوهج من مكانين، بحيث يمكن التحكم فى استضاءة المصباحين من مخفض إضاءة مصابيح فلورسنت Q_2 فعند إدارة بكرته يعمل على تخفيض الإضاءة ولكن عند الضغط عليه يعمل كمفتاح تناوب تماما مثل Q_1 .



الشكل (٦-١١)

٦ / ٢ - أنظمة التحكم من بعد بالأشعة تحت الحمراء

تتميز أنظمة التحكم من بعد والعاملة بالأشعة تحت الحمراء عن باقى أنظمة التحكم من بعد مثل العاملة بالترددات العالية أو بالموجات فوق الصوتية بعدم تعرضها للتداخلات ولا الانعكاسات فى الغرف ولا الانحرافات من ضوضاء التضمين البينية .

وتعرض شركة سمينز الألمانية فى الأسواق نظام تحكم من بعد يسمى Delta-fern فى حين تعرض شركة Legrand الفرنسية نظام يسمى CAD Remote Control وتتميز هذه الأنظمة بصفة عامة بما يلى :

١ ـ الراحة عند التركيب فهى لاتحتاج إلا لأسلاك قليلة، وبالتالى فإنها تحتاج لثقوب فى الحائط قليلة وكذلك قنوات قليلة الأمر الذى يقلل من تكلفة التركيب.

٢ ـ الراحة عند الاستخدام فيمكن بسهولة إضاءة أو التحكم فى أى إضاءة وأنت على مقعدك.

٣ ـ الراحة عند عمل تعديل فيمكن بسهولة عمل أى تعديلات فى التشغيل بأقل تعديلات فى التوصيل.

وتتكون هذه الأنظمة من:

١ ـ المرسلات Transmitters وهى تعمل عمل المفتاح وترسل أشعة تحت الحمراء وتنقسم بدورها إلى:

ـ مرسلات تثبت على الحائط ويصل مدى تشغيلها إلى نصف دائرة قطرها 6m وتكون بقناة واحدة أو بثلاث قنوات.

ـ مرسلات تمسك باليد ويصل مدى تشغيلها إلى 10m وتكون بثلاثة أوست قنوات.

٢ ـ المستقبلات Receivers وهى توصل مع الحمل المطلوب التحكم فيه من بعد وتنقسم بدورها إلى:

ـ مفاتيح ومخفضات إضاءة تثبت فى علب تفريغ داخل الحائط.

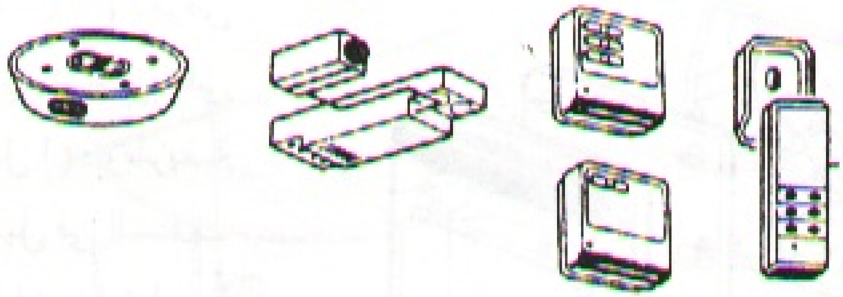
ـ مفاتيح ومخفضات إضاءة تثبت بالسقف.

ـ مفاتيح ومخفضات إضاءة تثبت على برايز لتوصيل أحمال خارجية مثل أباجورة.

ـ مفاتيح ومخفضات إضاءة نقالى توضع على أى مكتب أو طاولة.

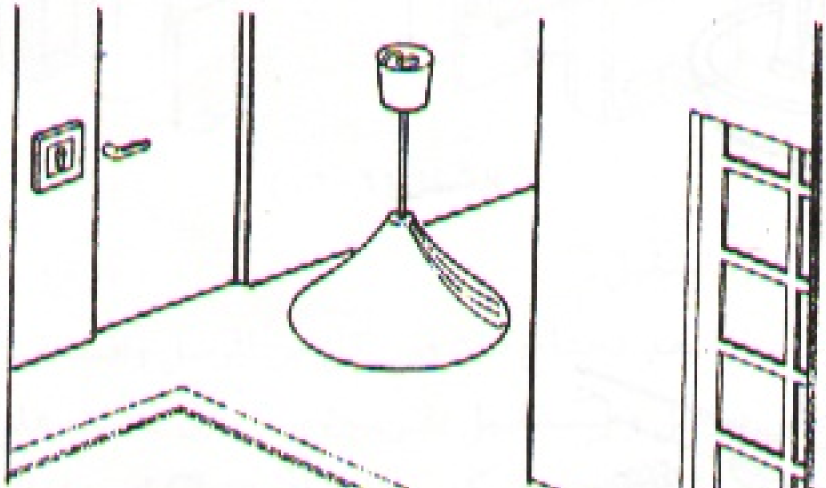
ـ مفاتيح ومخفضات إضاءة توضع فى داخل الحمل مثل المستخدمة مع اللمبات الفلورسنت.

والشكل (٦-١٢) يعرض نماذج مختلفة للمرسلات والمستقبلات.

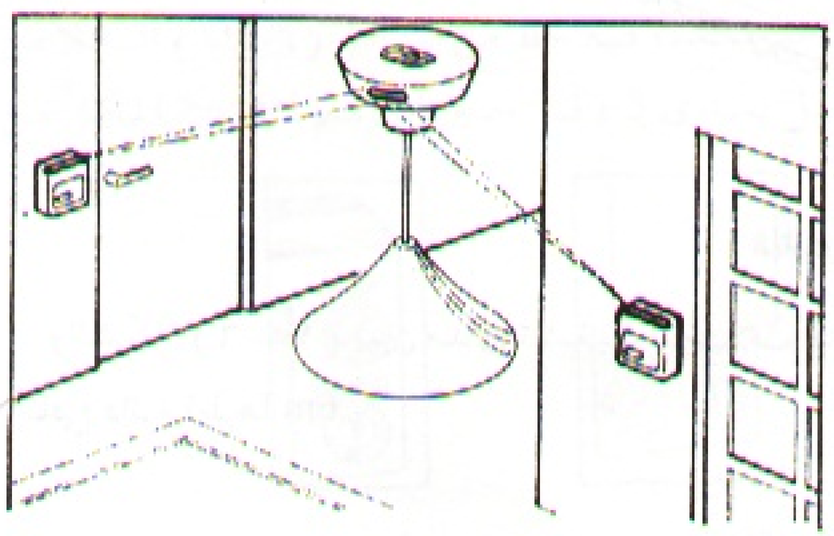


الشكل (٦-١٢)

فالشكل (أ) نموذج لمرسل يمسك باليد بست قنوات، والشكل (ب) يعرض نموذجين لمرسل يثبت على الحائط بقناة واحدة وبثلاثة قنوات، والشكل (جـ) يعرض نموذجاً لمستقبل يوضع مع الحمل حيث يستخدم فى التحكم فى إضاءة مصابيح الفلورسنت. والشكل (د) يعرض نموذجاً لمستقبل بالسقف وهو يستخدم للتحكم فى إضاءة المصابيح المتوهجة ومصابيح الهالوجين.

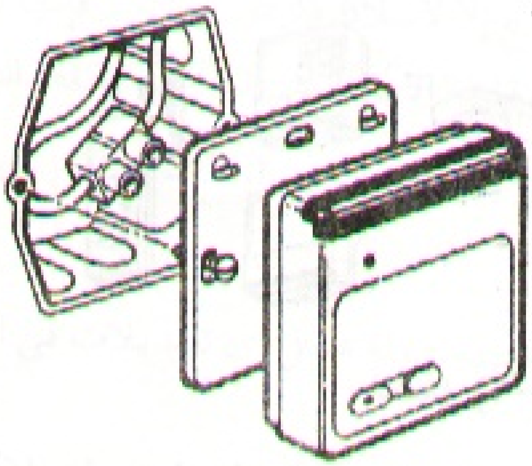


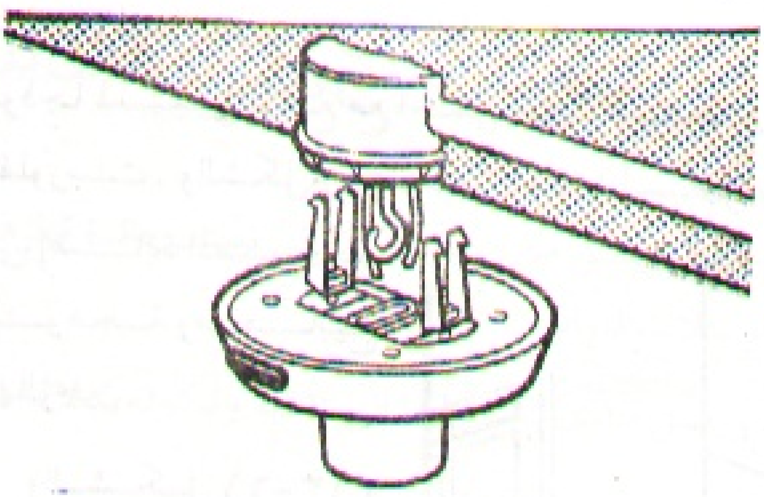
والشكل (٦-١٣) يوضح نظام إضاءة بسيط قبل تعديله ليعمل بالأشعة تحت الحمراء (الشكل أ) وبعد التعديل (الشكل ب).

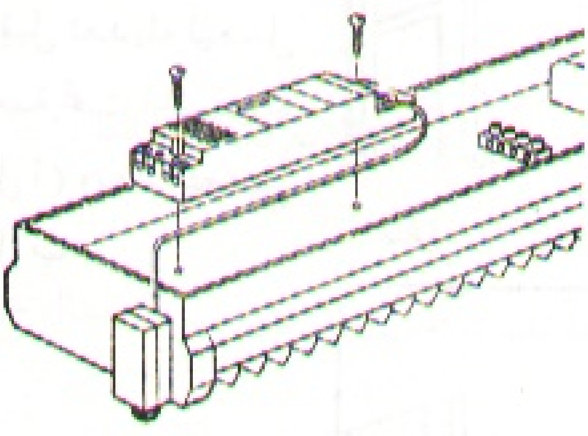


الشكل (٦-١٣)

والشكل (٦-١٤) يعرض طريقة تثبيت المرسل على الحائط (الشكل أ)، وطريقة تثبيت مستقبل في السقف للتحكم في إضاءة لمبة متوهجة (الشكل ب)، وطريقة تثبيت مستقبل داخل وحدة إضاءة فلورسنت للتحكم في استضاءة المصباح الفلورسنت (الشكل جـ).

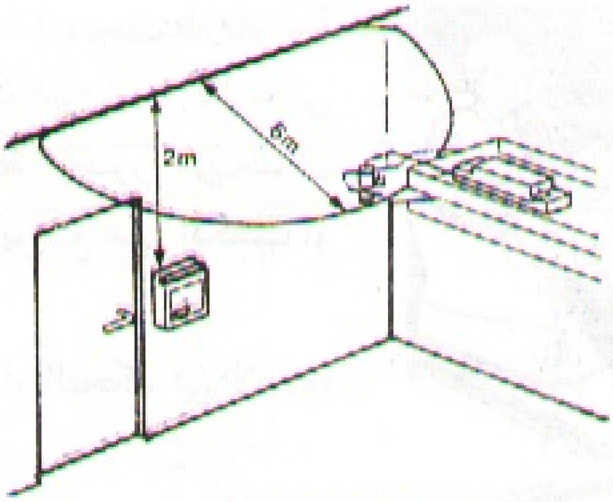






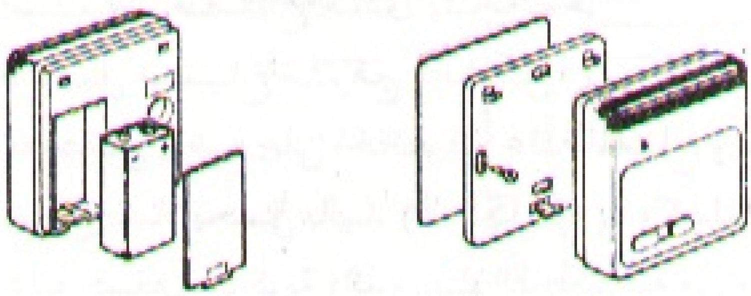
الشكل (٦-١٤)

والشكل (٦-١٥) يبين مدى تشغيل المرسلات التي تثبت على الحائط والذي يكافئ دائرة قطرها 6m.



الشكل (٦-١٥)

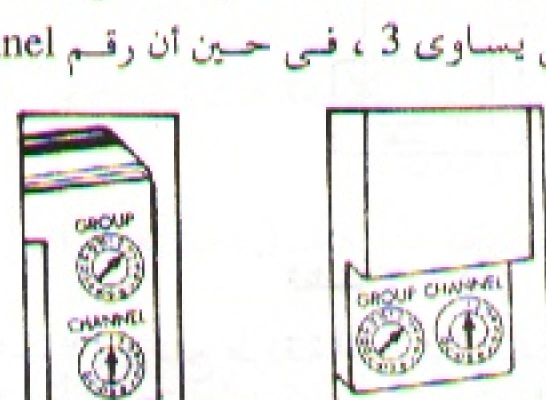
والشكل (٦-١٦) يوضح طريقة وضع بطارية 9v فى مرسل من النوع الذى يثبت على الحائط وكذلك طريقة تجميع المرسل.



الشكل (٦-١٦)

علما بأن البطارية المستخدمة تكفى لعدد 50000 مرة تشغيل.

ولكى تعمل أنظمة التحكم من بعد نحتاج لتشفير كل من المرسل والمستقبل بنفس الشفرة. وعادة يزود كل مرسل ومستقبل بقرصين مدرجين يكتب على أحدهما Group أى (مجموعة) والقرص الثانى يكتب عليه Channel أى (قناة) وعادة يتم اختيار رقم واحد للمجموعة لجميع أحمال الغرفة الواحدة، فى حين يخصص رقم قناة لكل حمل على حدة، فيلاحظ من الشكل (٦-١٧) أن كلا من رقم Group للمرسل والمستقبل يساوى 3 ، فى حين أن رقم Channel لكلٍ من المرسل والمستقبل يساوى 1.



مرسل مستقبل

الشكل (٦-١٧)

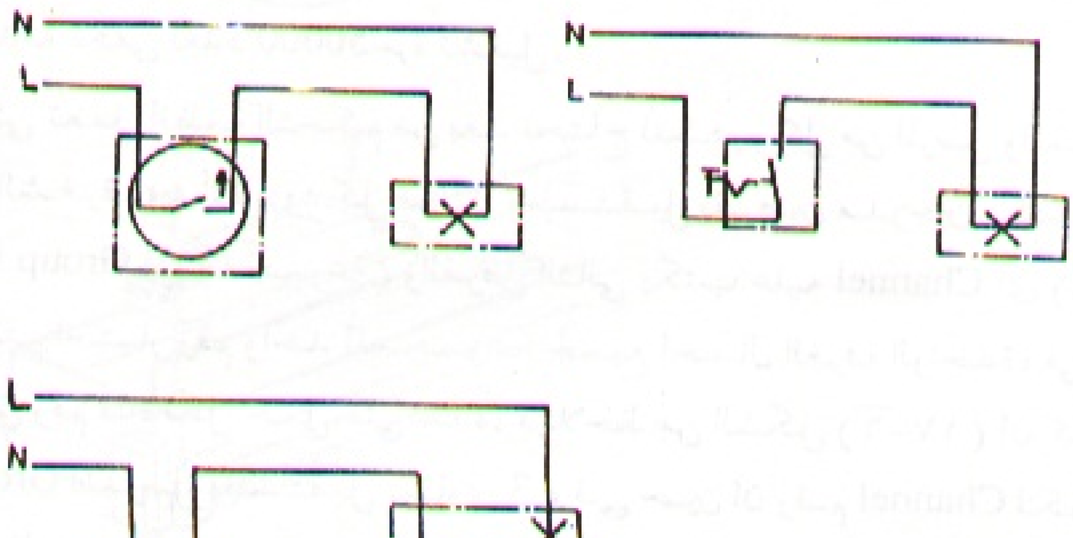


الشكل (٦-١٨)

والشكل (٦-١٨) يبين طريقة استخدام المرسلات التى تحمل باليد فى التحكم فى إضاءة أباجورة من خلال مستقبل نقالى يوضع على المكتب أو المنضدة .

٦ / ٢ / ١ - دوائر التحكم فى الإضاءة من بعد

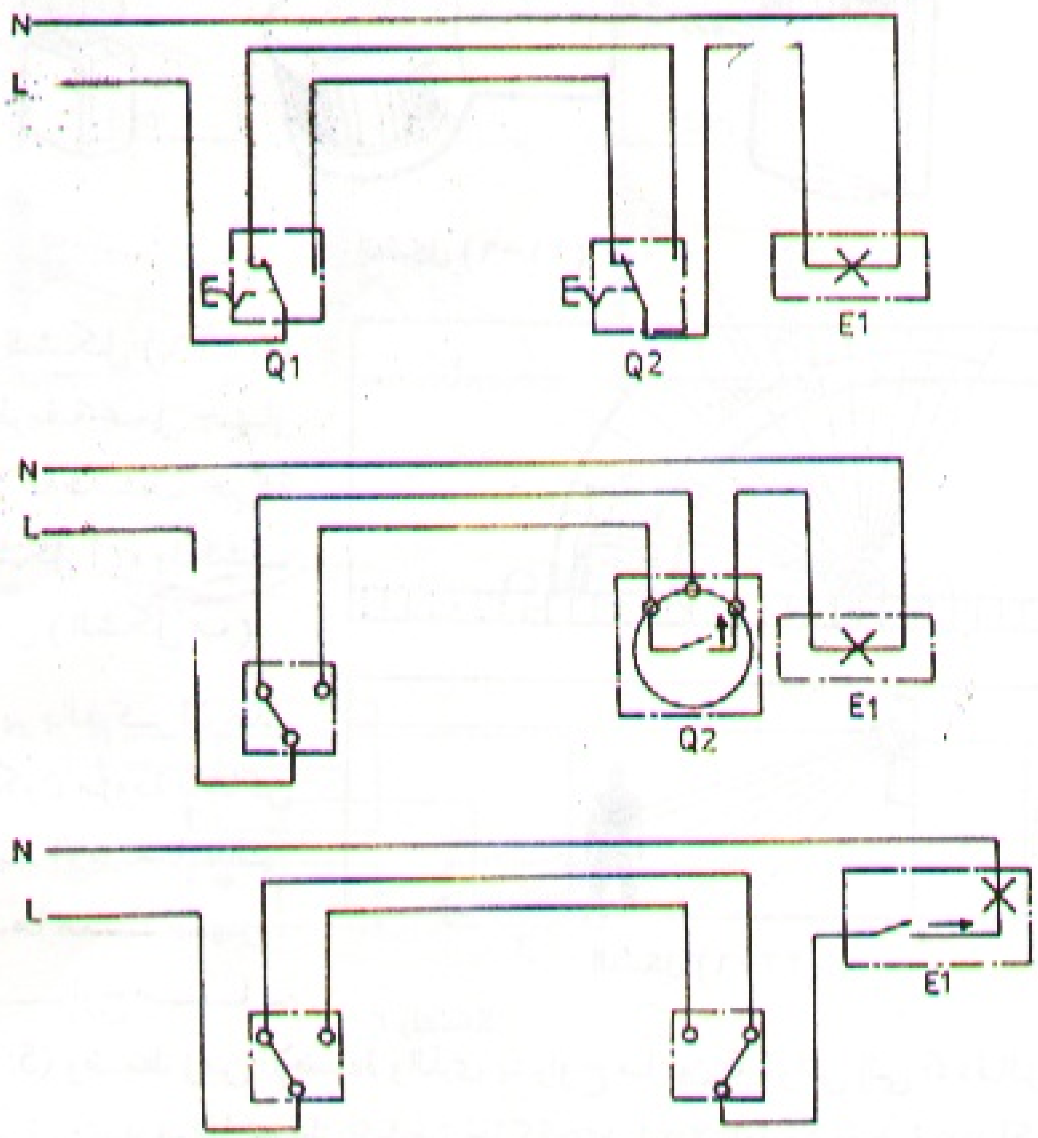
الشكل (٦-١٩) يوضح طريقة استبدال مفتاح عادى يتحكم فى تشغيل مصباح متوهج (الشكل أ)، بمستقبل يوضع على الحائط فى علبة المفتاح ويمكن التحكم فيه من بعد بواسطة مرسل بقناة يحمل باليد (الشكل ب)، وكذلك بمستقبل يوضع فى السقف فى علبة السقف المركزية والذى يتم التحكم فيه من مرسل يحمل باليد بقناة واحدة .



الشكل (٦-١٩)

والشكل (٦-٢٠) يوضح طريقة استبدال مفتاحى تناوب لتشغيل مصباح متوهج من مكانين مختلفين (الشكل أ) بمستقبل أشعة تحت حمراء يثبت على الحائط فى علبة أحد المفتاحين، فى حين تقصر أطراف المفتاح الثانى ويغطى بغطاء (الشكل ب)، وكذلك بمستقبل أشعة تحت حمراء يثبت فى السقف حيث ينزع

كلا المفتاحين من مكانهما مع استبدالهما بقصر دائم (الشكل جـ) .



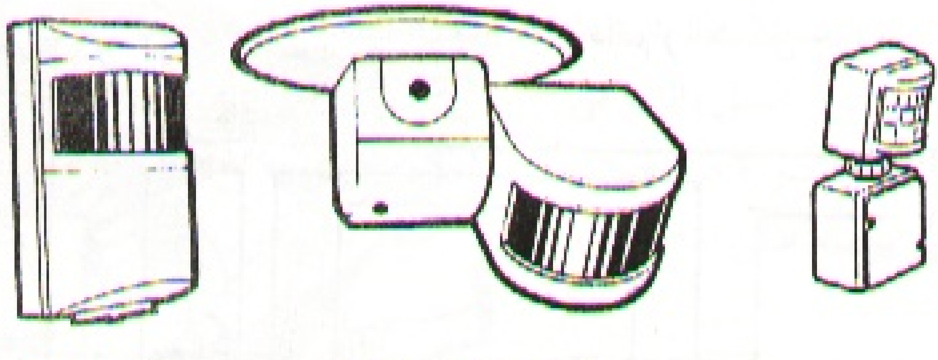
الشكل (٦-٢٠)

٦ / ٢ / ٢ - أجهزة كشف الحركة:

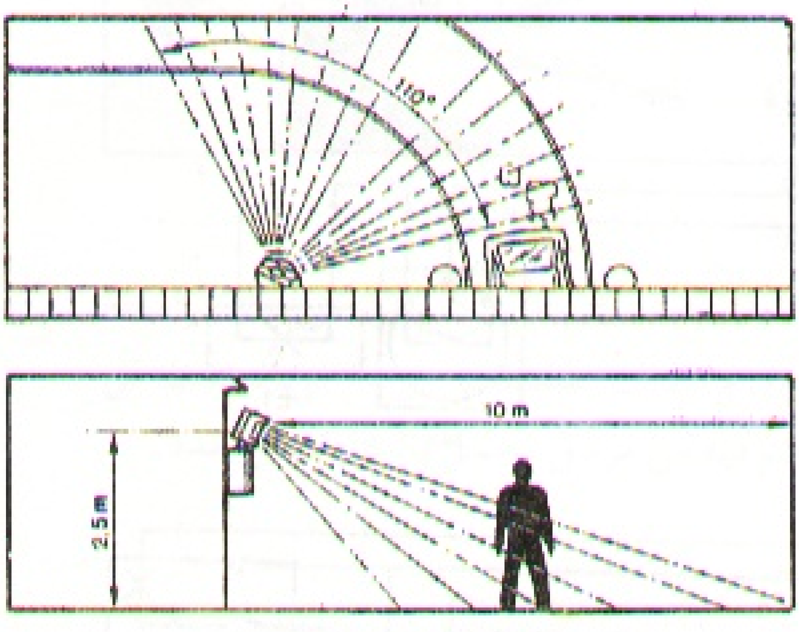
تستخدم أجهزة كشف الحركة التى تعمل بالاشعة تحت الحمراء فى عدة تطبيقات مثل: توفير الإضاءة الأمنية بفناء المنزل وحديقته.

وكذلك إضاءة فناء المنزل أو الحديقة عند دخول أحد أفراد المنزل الأمر الذى يوفر الطاقة الكهربية المستهلكة.

وهذه الأجهزة هى أجهزة الكترونية تقوم باستكشاف حركة أى جسم يصدر حرارة فى منطقة عملها فى الليل. والشكل (٦-٢١) يعرض نماذج مختلفة لأجهزة كشف الحركة من صناعة شركة **Legrnad** الفرنسية وشركة **Leviton** الأمريكية.



الشكل (٦–٢١)



الشكل (٦–٢٢)

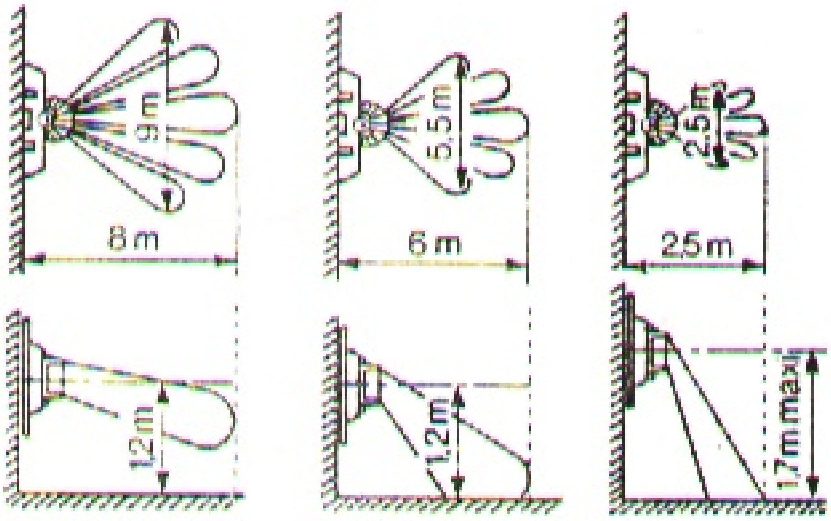
أمـــا الشكل (٦–٢٢) فيعرض طريقة عمل جهاز كشف الحركة لكشف حركة سيارة (الشكل أ)، ولكشف حركة شخص (الشكل ب)

والجـديـر بالذكـر أن هذه الأجهزة تكون مزودة بأماكن معايرة لضبط الاستضاءة التى تعمل عندها هذه الأجهـزة. والتـى تـتـراوح مـا بين (5:1000Lux) وضبط زمن الإضاءة والذى يتراوح ما بين 6 ثوانى إلى 6 دقائق فى بعض الأجهزة، فعند ضبط جهاز كشف حركة عند استضاءة منخفضة 5Lux فإن هذا يعنى أن هذا الجهاز لن يعمل إلا فى الظلام، وعند ضبط زمن الإضاءة 3 دقائق – مثلا – فهذا يعنى أنه عند مرور شخص ما فى منطقة عمل الجهاز، فإن الجهاز سوف يعمل على تشغيل المصباح مدة زمنية مقدارها 3 دقائق ثم ينطفئ.

وتزود أجهزة كشف الحركة بعدسة بصرية تعمل على كشف الحرارة المنبعثة من الأجسام المتحركة (مثل الإنسان – الحيوان) فى منطقة كشفها.

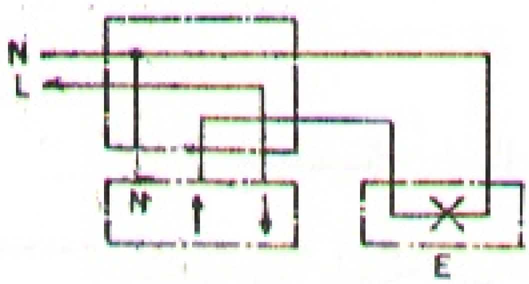
ويمكن التحكم فى شكل منطقة عمل جهاز كشف الحركة بالتحكم فى وضع عدسة الجهاز.

والشكل (٦–٢٣) يعرض مناطق عمل أجهزة كشف الحركة والمعتمدة على وضع العدسة البصرية لأجهزة كشف الحركة المنتجة بشركة Legrnad الفرنسية.



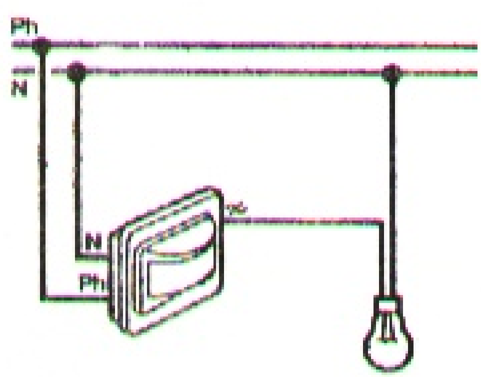
الشكل ٦- ٢٣

والشكل (٦- ٢٤) يبين دائرة توصيل جهاز كشف حركة مع مصباح متوهج.



الشكل ٦- ٢٤

والشكل (٦- ٢٥) يبين طريقة توصيل جهاز كشف حركة مصنع بشركة Legrand مع مصباح متوهج عمليًا.



الشكل ٦- ٢٥

الباب السابع

تمديدات الجهد المنخفض

تمديدات الجهد المنخفض

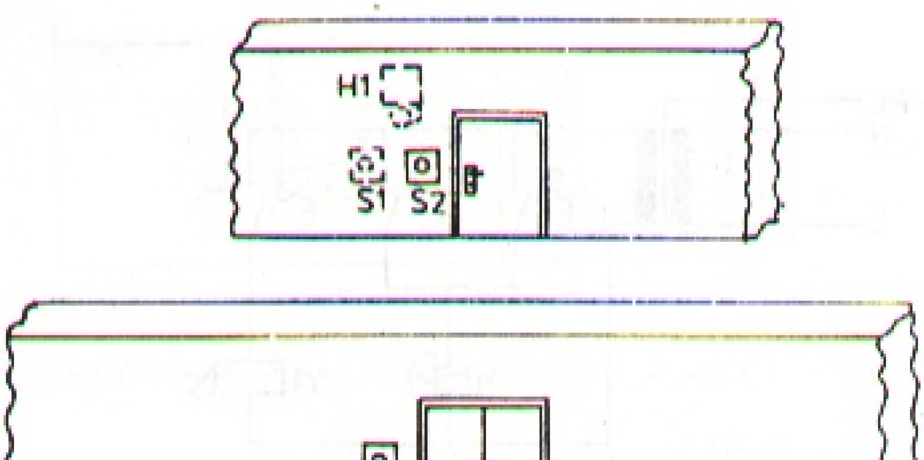
٧ / ١ - دوائر الأجراس وفاتح الباب

عادة تستخدم المحولات الكهربية فى دوائر الاجراس، وتكون هذه المحولات من النوع ذى الملفين ويحذر استخدام المحولات الذاتية فى ذلك.

ويختار المحول بحيث يكون جهد الملف الثانوى يساوى جهد تشغيل الجرس، وكذلك فإن تيار الملف الثانوى يساوى التيار المقنن للجرس. ويمكن معرفة سعة المحول المطلوب بضرب قيمة التيار المقنن للجرس فى الجهد المقنن للجرس.

أولا : توصيله أجراس وقفل باب فيلا

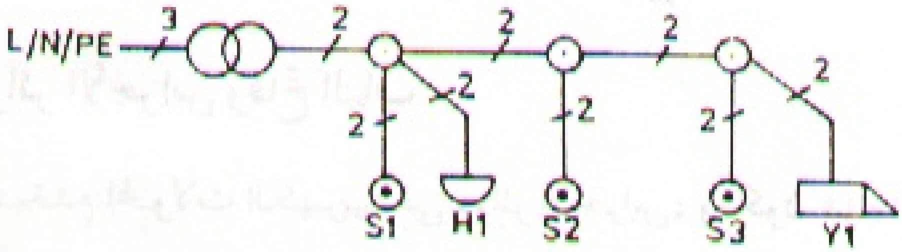
والشكل (٧- ١) يعرض جزءاً من فيلا موضح عليها العناصر المستخدمة فى دائرة جرس كهربى H1 وفاتح باب Y_1.

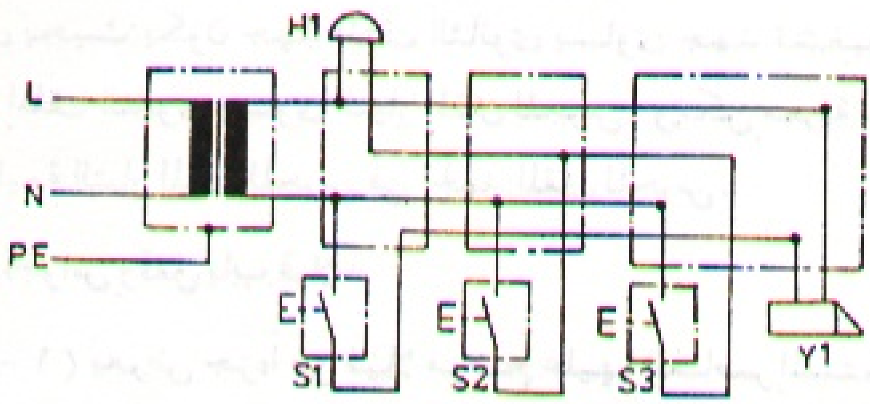


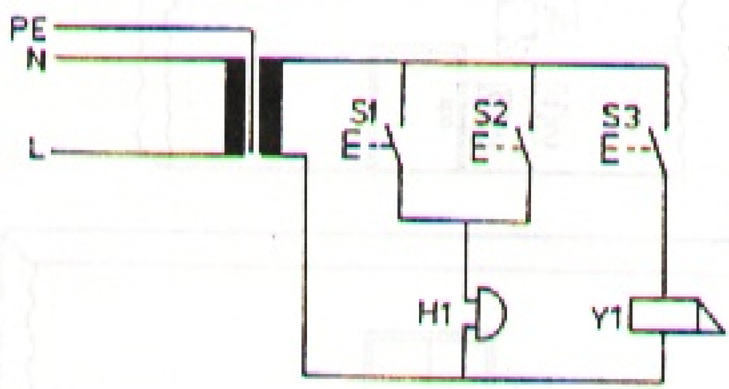
الشكل (٧- ١)

حيث يمكن تشغيل الجرس من الضاغط المثبت بالباب الخارجى للفيلاS_3، وكذلك من الضاغط المثبت بالباب الداخلى للفيلا S_2 ، ويمكن لأصحاب الفيلا فتح القفل الكهربى Y_1 بواسطة الضاغط S_1 .

والشكل (٧ - ٢) يعرض الدائرة الرمزية (أ)، والتنفيذية (ب) ومسار التيار (جـ) لتوصيله الجرس وقفل الباب لفيلا .





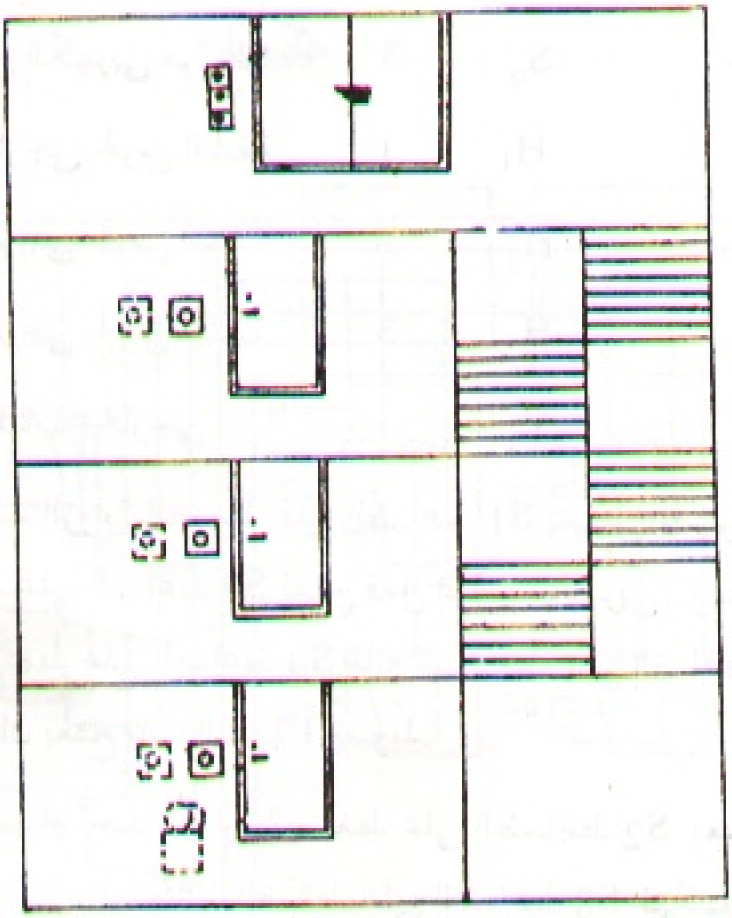


الشكل (٧-٢)

فعند الضغط على الضاغط S_3 أو S_2 يكتمل مسار تيار الجرس H_1 ، وعند الضغط على الضاغط S_1 والموجود بداخل الفيلا يفتح الباب الخارجى بواسطة قفل الباب Y_1 لاكتمال مسار تياره .

ثانيًا : توصيلة الأجراس وقفل الباب العمومي لعمارة

الشكل (٧– ٣) يبين المسقط الرأسي لعمارة ثلاثة طوابق، حيث يركب على الباب الخارجي للعمارة قفل كهربي وبجوارهذا الباب ثلاثة ضواغط ، حيث يخصص ضاغط لجرس كل شقة ، ويوجد بجوار باب كل شقة ضاغط لجرس الشقة، ويوجد بداخل كل شقة جرس وضاغط لفتح القفل الكهربي لباب العمارة.



الشكل (٧ – ٣)

والشكل (٧– ٤) يعرض الدائرة الرمزية (أ)، والتنفيذية (ب)، ومسار التيار (جـ) للدائرة التي بصددها.

حيث إن :

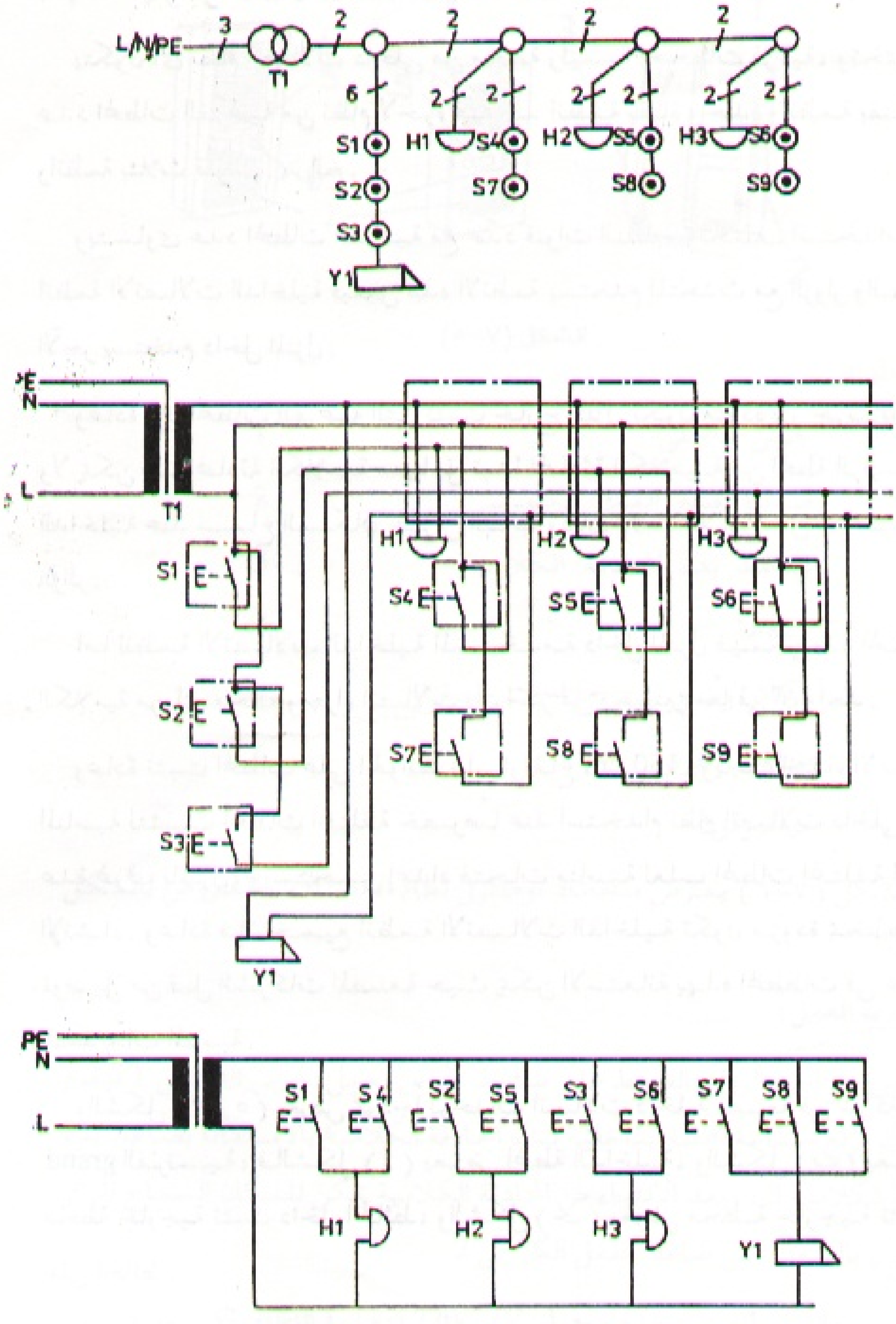
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	1	S_1
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	2	S_2
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	3	S_3

ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	1	S_4
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	2	S_5
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	3	S_6
ضاغط فتح القفل الكهربي من الشقة	1	S_7
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	2	S_8
ضاغط فتح القفل الكهربي من الشقة	3	S_9
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	1	H_1
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	2	H_2
ضاغط الباب الخارجي لجرس الشقة	3	H_3
القفل الكهربي للباب الخارجي		Y_1

فعند قيام أحد الزوار بالضغط على الضاغط S1 يعمل الجرس H_1 ويقوم سكان الشقة 1 بالضغط على الضاغط S7 لفتح قفل الباب الكهربي، وعندوصول الزائر لباب الشقة 1 فإنه سيضغط على الضاغط S4 فإنه سيضغط على الضاغط S4 فيعمل الجرس H_1 ويقوم السكان بفتح باب الشقة 1 يدوياً.

وبالمثل عند قيام أحد الزوار بالضغط على الضاغط S2 يعمل جرس الشقة 2 (الجرس H_2) فيقوم السكان بالضغط على الضاغط S8 فيكتمل مسار تيار القفل الكهربي Y_1 ويفتح باب العمارة ليدخل الزائر، وعند وصوله للشقة يضغط على الضاغط S_2فيعمل الجرس H_2 ويقوم السكان بفتح باب الشقة يدويا.

وبالمثل عندقيام أحد الزوار بالضغط على الضاغط S_3 يعمل جرس الشقة 3 (الجرس H_3) فيقوم السكان بالضغط على الضاغط S_9 فيكتمل مسار تيار القفل الكهربي Y_1 ويفتح باب العمارة ليدخل الزائر، وعند وصول الزائر للشقة 3 يضغط على الضاغط S_6 فيعمل الجرس H_3 ويقوم السكان بفتح باب الشقة يدويا.



الشكل (٧-٤)

٧ / ٢ - دوائر اتصالات الداخلية Intercom

يتكون أى نظام اتصالات داخلى من محطة رئيسية ومحطات فرعية، وتختلف عدد المحطات الفرعية من نظام لآخر، فتوجد أنظمة بقناة واحدة وأنظمة بقناتين وأنظمة بثلاث قنوات... إلخ.

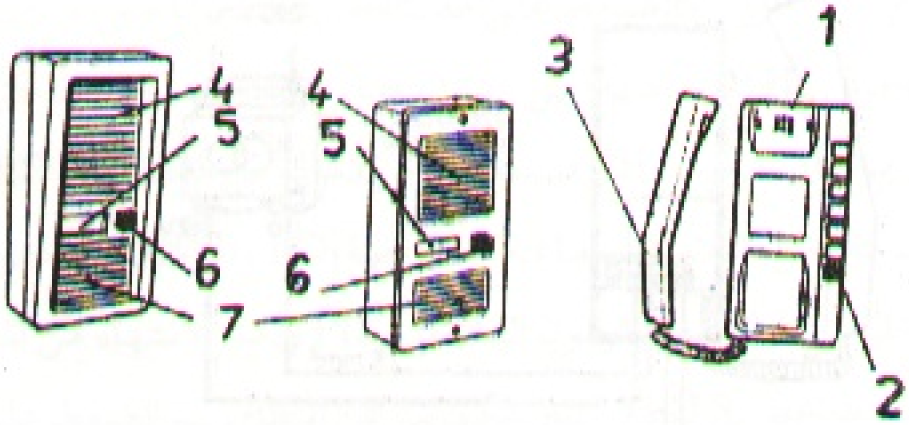
ويتساوى عدد المحطات الفرعية مع عدد قنوات النظام. وتختلف استخدامات أنظمة الاتصالات الداخلية فبعض هذه الأنظمة يستخدم للتحدث مع الزوار والبعض الآخر يستخدم داخل المنزل.

وعادة فإن المحطات الفرعية التى تثبت خارج المنزل تكون مزودة بزر جرس باب، ولا يمكن بدء المحادثة الكلامية منها بل تبدأ المحادثة الكلامية من المحطة الرئيسية الداخلية عند سماع السكان لجرس الباب وذلك للاستفسار عن شخصية الزائر.

أما أنظمة الاتصالات الداخلية المستخدمة داخل المنزل فيمكن بدء المحادثة الكلامية من أى محطة وإجراء اتصالات بين أكثر من محطتين معاً فى آن واحد.

وعادة تثبت المحطات على الحوائط على ارتفاع 150 cm، ويجب انتقاء الأماكن المناسبة لتثبيت المحطات المختلفة خصوصاً عند استخدام نظام اتصالات داخلى فى عدة غرف بالمنزل، ويستحسن إعداد فتحات مناسبة لعلب المحطات المختلفة أثناء الإنشاء. وعادة فإن جميع أنظمة الاتصالات الداخلية تكون مزودة بمخططات توصيل من قبل الشركات المصنعة حيث يمكن الاستعانة بهذه المخططات فى عمل التمديدات المناسبة.

والشكل (٧- ٥) يعرض نموذجاً لوحدات اتصالات داخلية مصنعة فى شركة le-grand الفرنسية، فالشكل (أ) يعرض المحطة الداخلية، والشكل (ب) يعرض محطة خارجية تثبت داخل الحائط، والشكل (جـ) يعرض محطة خارجية تثبت على الحائط.



الشكل (٧-٥)

حيث إن :

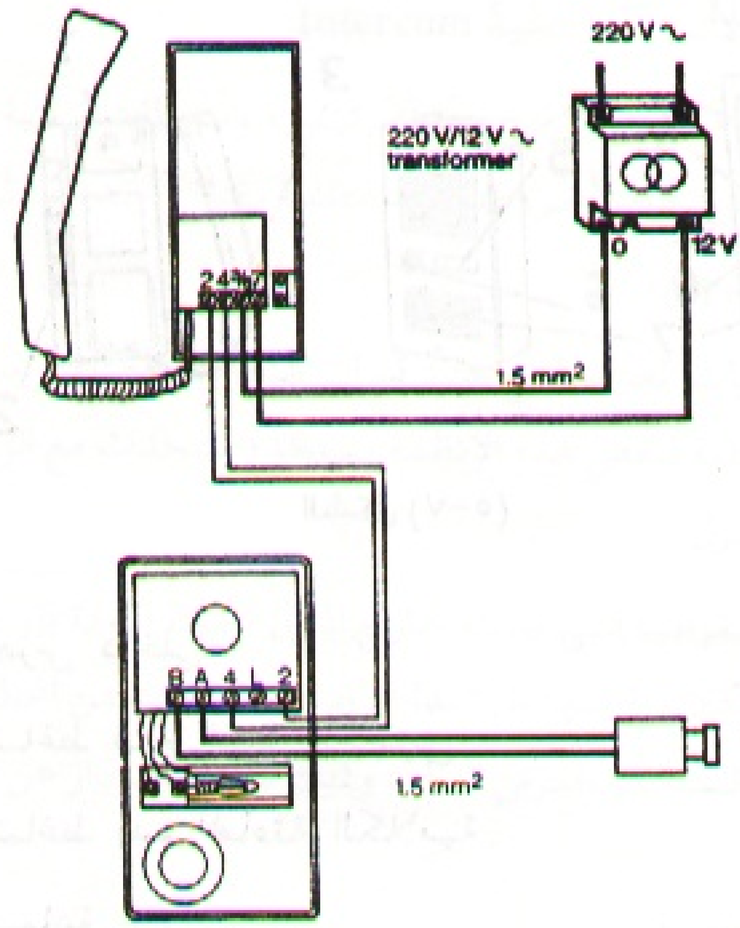
جرس داخلى	1
ضاغط فتح القفل الكهربى	2
ضاغط بدء المحادثة الكلامية	3
سماعة	4
مكان وضع اسم صاحب العقار	5
ضاغط الجرس	6
ميكروفون	7

والشكل (٧-٦) يعرض مخطط توصيل نظام الاتصالات المعروض بالشكل السابق.

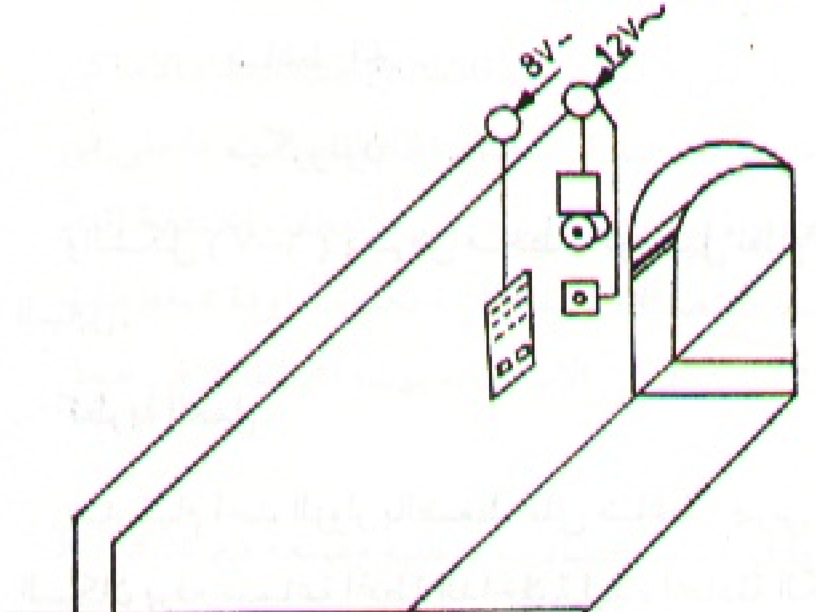
نظرية العمل:

عند قيام أحد الزوار بالضغط على ضاغط الجرس يعمل الجرس الداخلى 1 فيقوم السكان برفع سماعة المحطة الداخلية لبدء المحادثة الكلامية بالاستعانة بضاغط بدء المحادثة الكلامية 3 ، وبعد الانتهاء من المحادثة الكلامية يمكن للسكان السماح للزائر بالدخول بالضغط على ضاغط القفل الكهربى 2.

والجدير بالذكر أنه يستخدم محول 220/12V لتغذية النظام بأكمله، كما أن مساحة مقطع الموصلات المستخدمة $1.5mm^2$.



الشكل (٧-٦)



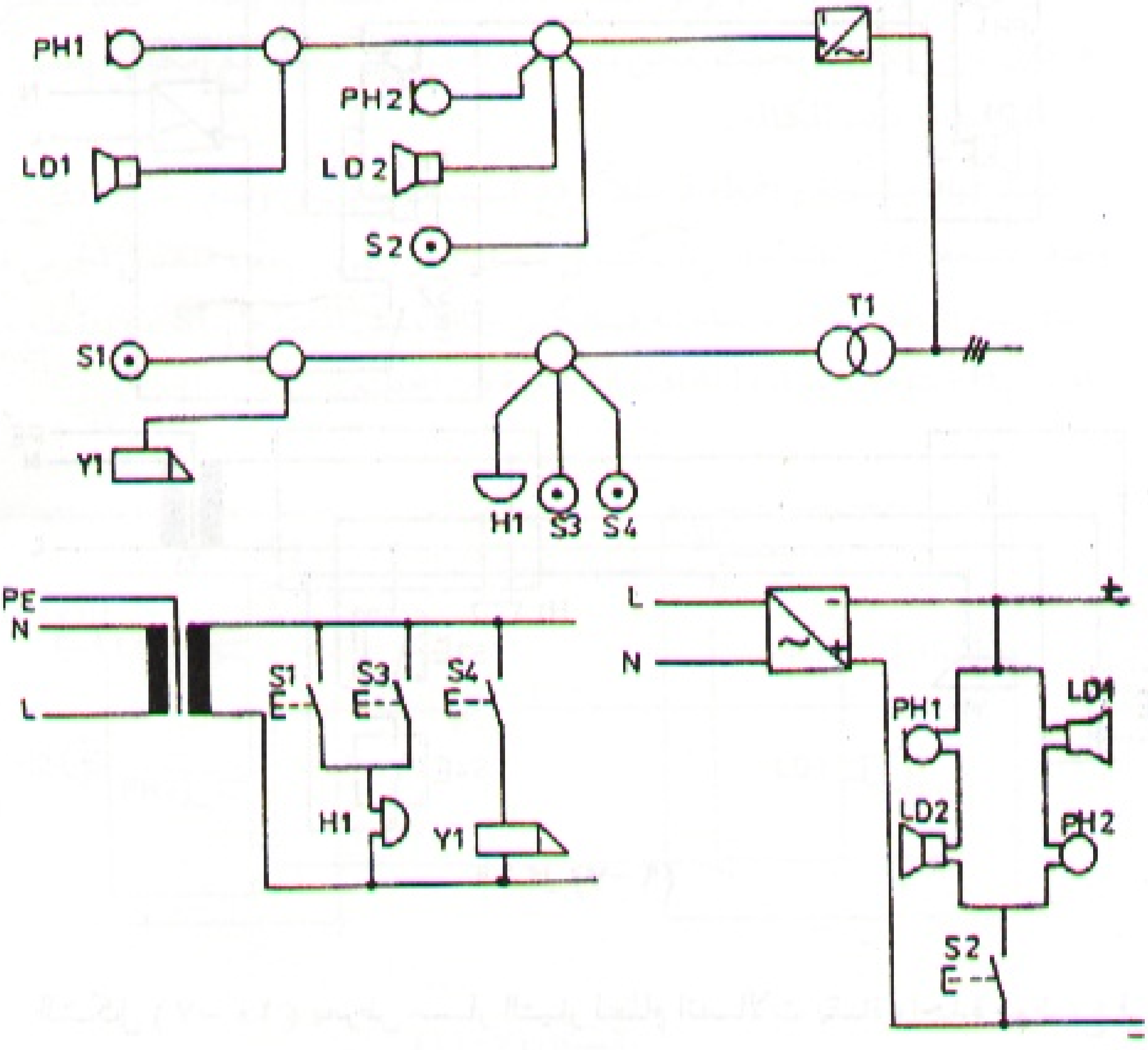
الشكل (٧-٧)

٧ / ٢ / ١ - نظام الاتصالات ذات القناة الواحدة:

الشكل (٧-٧) يعرض جزء من فيلا يستخدم فيها نظام اتصالات داخلية مع فاتح باب كهربى وجرس بداخل الفيلا.

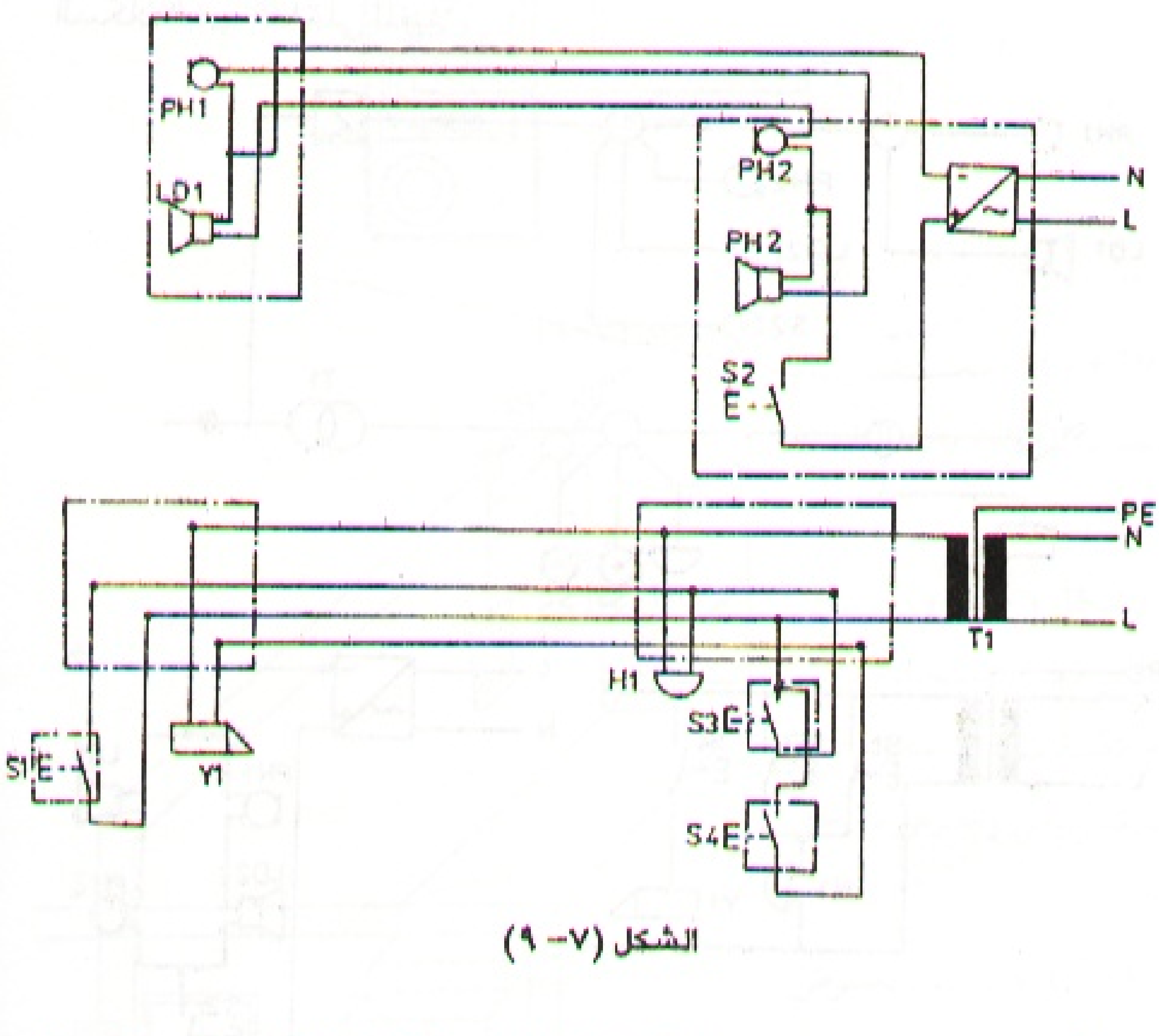
والشكل (٧-٨) يعرض الدائرة الرمزية ومسار التيار لنظام الاتصالات الداخلى لفيلا.

فعند قدوم أحد الزوار والضغط على الضاغط S_1 المثبت على الباب الخارجي للفيلا يعمل الجرس H_1 الموجود بداخل الفيلا، فيقوم السكان بالضغط على الضاغط S_2 والتحدث بجوار الميكرفون PH_2 فيسمع الزائر المكالمة من السماعة LD_1، ويتبادل الحديث مع السكان من خلال السماعة الخارجية LD_1 والميكرفون الخارجي PH_1 والسماعة الداخلية LD_2، و الميكرفون الداخلي PH_2 وبعد الانتهاء من المكالمة يقوم السكان بتحرير الضاغط S_2 لقطع التيار الكهربي عن النظام، ثم الضغط على الضاغط S_4 فيفتح قفل الباب Y_1 ليدخل الزائر إلى داخل الفيلا، وعند وصول الزائر إلى الباب الداخلي للفيلا يقوم بالضغط على الضاغط S_3 فيعمل الجرس مرة أخرى فيفتح السكان الباب الداخلي للفيلا.



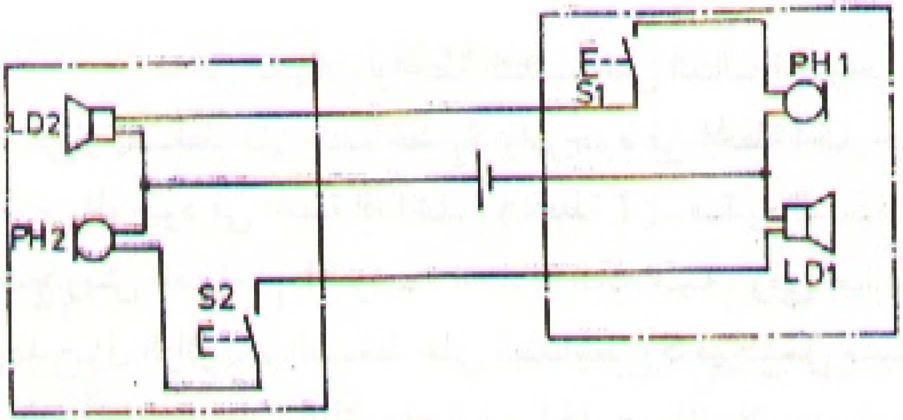
الشكل (٧-٨)

ويلاحظ أن السماعة الخارجية LD_1 والميكروفون الداخلى PH_2 متصلين على التوالى، وكذلك فإن السماعة الداخلية LD_2 والميكروفون الخارجى PH_1 متصلين على التوالى، وكلاهما متصل على التوازى، وعند الضغط على الضاغط S_2 تكتمل دائرة نظام الاتصالات الداخلى وبذلك يمكن استخدام هذا النظام فى إجراء محادثة كلامية. ويحتاج نظام الاتصالات الداخلى لمصدر جهد مستمر، وهذا المصدر عادة يكون مرفقا مع النظام، فى حين أن دائرة الجرس والقفل الكهربى تعمل عند جهد 12V تيار متردد لذلك فهى تحتاج لمحول خفض 220/12V. والشكل (٧- ٩) يعرض الدائرة التنفيذية للدائرة التى بصددها.



الشكل (٧- ٩)

الشكل (٧- ١٠) يعرض مسار التيار لنظام اتصالات بقناة واحدة موضوع فى غرفتين داخل منزل، حيث يمكن بدء المحادثة الكلامية من أى محطة.

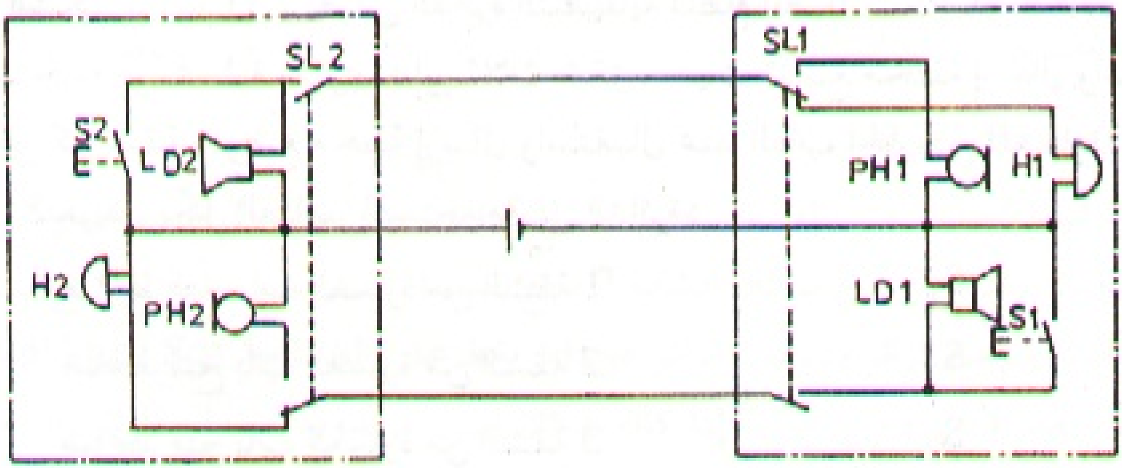


الشكل (٧-١٠)

فعند الضغط على الضاغط S_1 فإن مستخدم المحطة 1 يستطيع نقل مكالمته إلى مستخدم المحطة 2 ، وعند قيام مستخدم المحطة 2 بالضغط على S_2 فإنه يستطيع هو الآخر نقل مكالمته إلى مستخدم المحطة 1 .

والشكل (٧- ١١) يعرض مسار التيار لنظام اتصالات بقناة واحدة موضوع فى غرفتين داخل المنزل، بحيث يمكن بدء المحادثة من أى محطة مع إمكانية إعطاء جرس من أى محطة لبدء المكالمة .

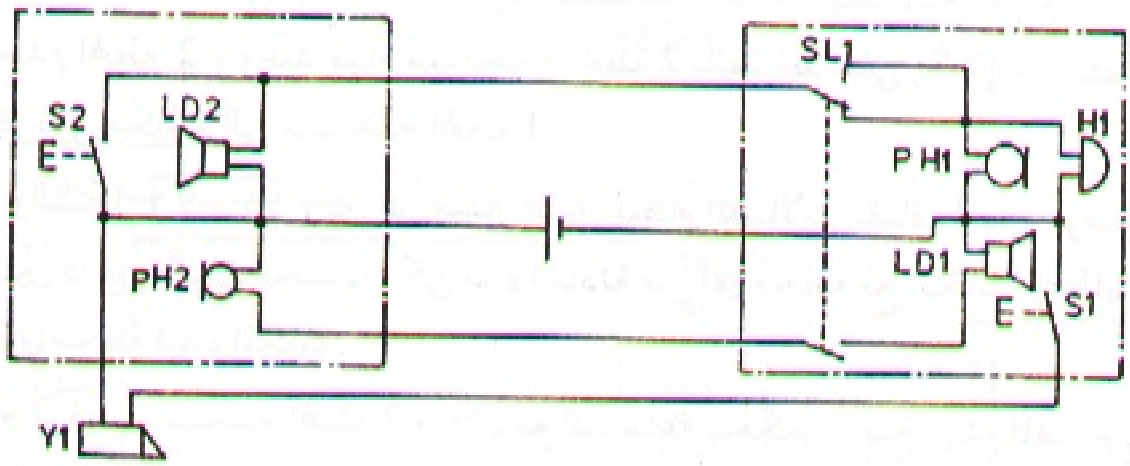
فعند قيام مستخدم المحطة 2 مثلاً برفع السماعة ينعكس وضع ريش المفتاح SL_2، وعند الضغط على الضاغط S_2 يكتمل مسار تيار الجرس H_1 ، فيعمل الجرس فيقوم مستخدم المحطة 1 برفع سماعته فينعكس حالة ريش المفتاح SL_1 ، وينقطع مسار الجرس H_1 ويتوقف ثم تبدأ المحادثة الكلامية بين المحطتين.



الشكل (٧-١١)

والشكل (٧- ١٢) يعرض دائرة مسار التيار لنظام اتصالات بقناة واحدة بحيث

توضع المحطة الأولى داخل الفيلا، والمحطة الثانية على الباب الخارجى للفيلا. وعند قدوم أحد الزوار يضغط على الضاغط S_2 والموجود فى المحطة الخارجية (المحطة 2)، فيعمل الجرس الموجود فى المحطة الداخلية (المحطة 1)، فيقوم السكان برفع السماعة فيتغير وضع ريش المفتاح SL_1 وتبدأ المحادثة الكلامية. وفى حالة رغبة السكان بالسماح بدخول الزائر يتم الضغط على الضاغط S1 فيكتمل مسار التيار للقفل الكهربى Y_1 وبذلك يستطيع الزائر دفع الباب الخارجى للفيلا ويتم الدخول.



الشكل (٧-١٢)

٧ / ٢ / ٢ - نظام الاتصال الداخلى المتعدد القنوات:

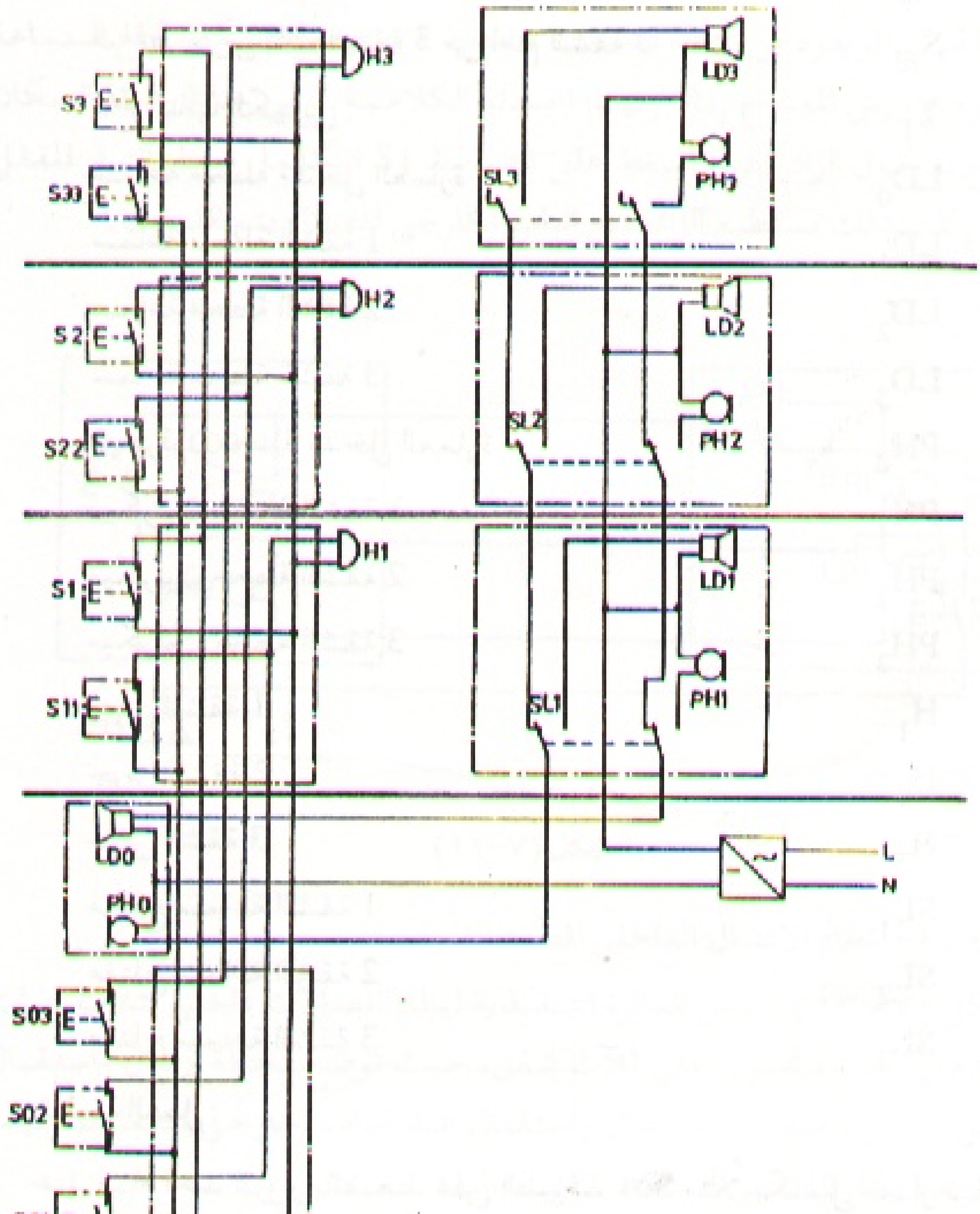
الشكل (٧- ١٣) يعرض الدائرة التنفيذية لنظام اتصالات داخلى بثلاث قنوات مستخدم فى عمارة تحتوى على ثلاث شقق، حيث توضع محطة إرسال واستقبال داخل كل شقة وتوضع محطة إرسال واستقبال عند الباب الخارجى للعمارة. وفيما يلى التعريف بكل العناصر المستخدمة فى الدائرة:

ضاغط فتح باب العمارة من الشقة 1	S_1
ضاغط فتح باب العمارة من الشقة 2	S_2
ضاغط فتح باب العمارة من الشقة 3	S_3
ضاغط جرس باب الشقة 1 عند مدخل العمارة	So1
ضاغط جرس باب الشقة 2 عند مدخل العمارة	So2
ضاغط جرس باب الشقة 3 عند مدخل العمارة	So3

ضاغط جرس باب الشقة 1 من أمام الشقة 1	S_{11}
ضاغط جرس باب الشقة 2 من أمام الشقة 2	S_{22}
ضاغط جرس باب الشقة 3 من أمام الشقة 3	S_{33}
فاتح الباب الكهربى	Y_1
سماعة محطة مدخل العمارة	LD_0
سماعة محطة الشقة 1	LD_1
سماعة محطة الشقة 2	LD_2
سماعة محطة الشقة 3	LD_3
ميكرفون محطة مدخل العمارة	PH_0
ميكرفون محطة الشقة 1	PH_1
ميكرفون محطة الشقة 2	PH_2
ميكرفون محطة الشقة 3	PH_3
جرس الشقة 1	H_1
جرس الشقة 2	H_2
جرس الشقة 3	H_3
مفتاح سماعة الشقة 1	SL_1
مفتاح سماعة الشقة 2	SL_2
مفتاح سماعة الشقة 3	SL_3

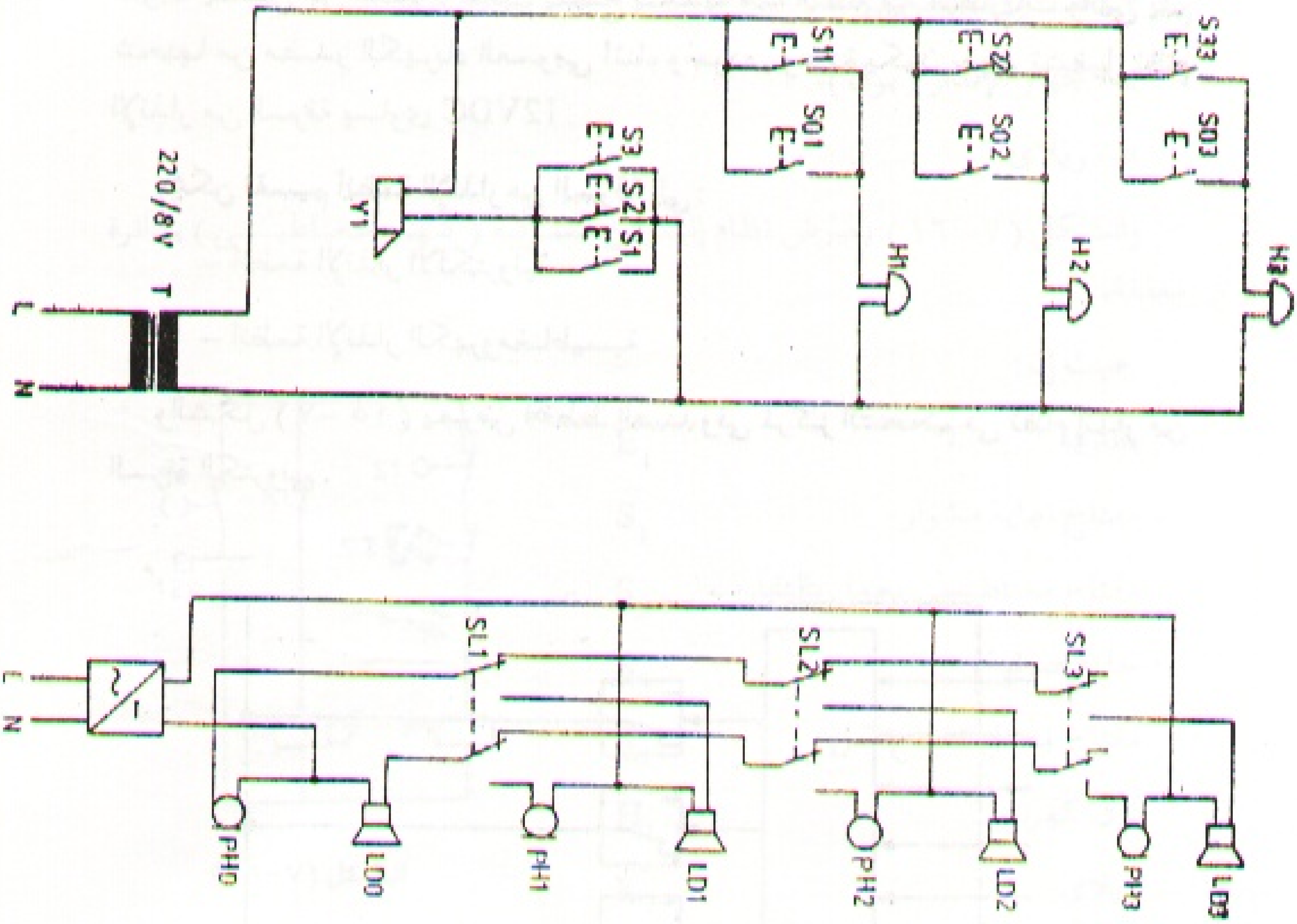
نظرية العمل:

عند قيام أحد الزوار بالضغط على الضاغط So3 مثلاً يكتمل مسار تيار الجرس H_3، فيعمل الجرس فيقوم سكان الشقة 3 برفع السماعة، فيتغير وضع المفتاح SL_3، وعند تحدثهم مع الزائر يتوقف الزائر عن الضغط على الضاغط So3 وتبدأ المحادثة بينهم، وبعد الانتهاء من المحادثة إذا كان سكان المنزل يريدون السماح للزائر بالدخول يقومون بالضغط على الضاغط S_3 فيكتمل مسار التيار لفاتح الباب الكهربى Y_1 ، وفى هذه الحالة يدفع الزائر الباب ليدخل إلى العمارة، ومن ثم يصل أمام الشقة 3 ويضغط مرة أخرى على الضاغط S_3 فيعمل الجرس H_3 مرة أخرى ويقوم سكان الشقة 3 بفتح باب الشقة.


H3
S3
S33
LD3
PH3
SL3
H2
S2
S22
LD2
PH2
SL2
H1
S1
S11
LD1
PH1
SL1
LD0
PH0
S03
S02
S01
Y1
L
N
PE

الشكل (٧-١٣)

والشكل (٧-١٤) يعرض مسار تيار الدائرة التى بصددها .



الشكل (٧-١٤)

٣/٧ - أنظمة الإنذار من السرقة

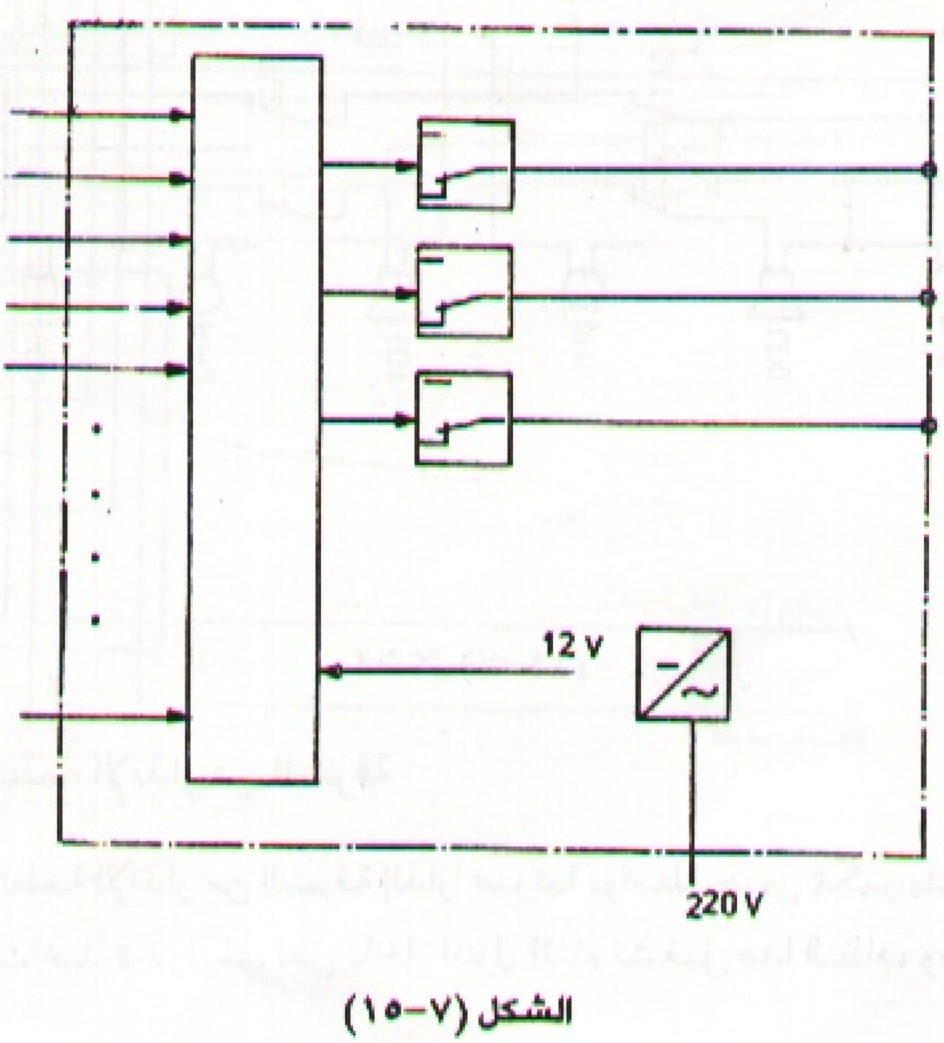
تعطى أنظمة الإنذار من السرقة إنذاراً صوتياً بواسطة جرس بمكبر يثبت خارج المنزل، وذلك عند دخول أى لص داخل المنزل أثناء تشغيل هذا النظام، وعادة يتوفر

فى الأسواق أنظمة إنذار من السرقة متكاملة مع شرح واف لطريقة تركيبها وهذا أرخص من تجميع هذا النظام كعناصر منفصلة. وتجدر الإشارة إلى أنه لا ينصح بتغذية نظام الإنذارمن السرقة من مصدر الكهرباء العمومى، وذلك لأنه عند انقطاع المصدر العمومى إما عن طريق الصدفة أو عن طريق القصد بواسطة السارق فإن النظام سوف يتعطل عن العمل؛ لذلك ينصح بتغذية هذا النظام من البطاريات والتى يتم شحنها من مصدر الكهرباء العمومى أثناء وجوده. وعادة يكون جهد تشغيل نظام الإنذار من السرقة يساوى 12VDC.

ويمكن تقسيم أنظمة الإنذار من السرقة إلى:

- أنظمة الإنذار الالكترونية
- أنظمة الإنذار الكهرومغناطيسية

والشكل (٧- ١٥) يعرض المخطط الصندوقى لمركز التحكم فى نظام إنذار من السرقة الكترونى.



الشكل (٧-١٥)

وتتكون أنظمة الإنذار من السرقة من العناصر التالية :

١- أجهزة الاستشعار.

٢- البطارية.

٣- صندوق التحكم.

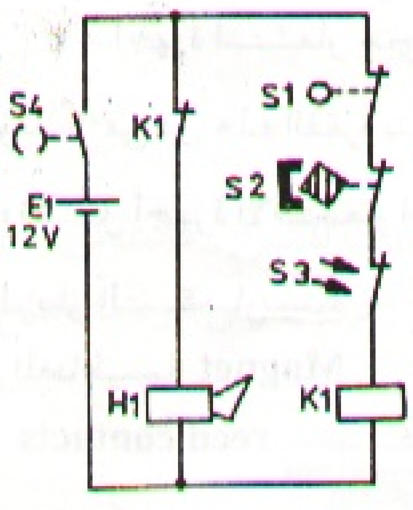
٤- جهاز الإنذار (بوق).

٥- ريلاى.

والشكل (٧- ١٦) يعرض نظام إنذار من السرقة (كهرومغناطيسى) بدائرة مغلقة.

حيث إن :

بطارية	E_1
مفتاح نهاية مشوار	S_1
مفتاح مغناطيسى يعمل بالتقارب	S_2
خلية ضوئية	S_3
مفتاح يعمل بمفتاح قفل	S_4
بوق كهربى	H_1
ريلاى	K_1



الشكل (٧-١٦)

نظرية عمل الدائرة:

قبل خروج سكان المنزل يتم غلق المفتاح S_4 الموجود بجوار الباب الخارجى داخل المنزل، فيغلق هذا المفتاح ريشته المفتوحة وتصبح البطارية موصلة على التوازى مع الدائرة فيعمل الريلاى K_1 ويقوم بتغيير حالة ريشه، فتفتح ريشته المغلقة فينقطع مسار التيار عن البوق H_1.

وعند دخول أحد اللصوص من أحد النوافذ تفتح ريشة مفتاح نهاية المشوار S_1 أو يعمل المفتاح المغناطيسى S_2 أو تفتح الخلية الضوئية S_3 ريشتها المغلقة فينقطع مسار

تيار الريلاى K_1 وتعود ريشه لحالتها الطبيعية فتغلق الريشة K_1 ويكتمل مسار تيار البوق H_1 ، فيعمل البوق للتنبيه على وقوع حالة سرقة، ويمكن إسكات البوق بوضع مفتاح القفل S_4 فى موضعه وفتح ريشة المفتاح S_4.

وعادة تستخدم موصلات أحادية القلب لتوصيل أجهزة الاستشعار حتى يسهل وضعها فى أماكن يصعب اكتشافها.

٧ / ٣ / ٢ - أجهزة الاستشعار

يوجد العديدمن أجهزة الاستشعار المستخدمة فى أنظمة الإنذار من السرقة ويمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسين وهما :

١ - أجهزة استشعار خطية وهى تعطى حماية فى مستوى واحد.

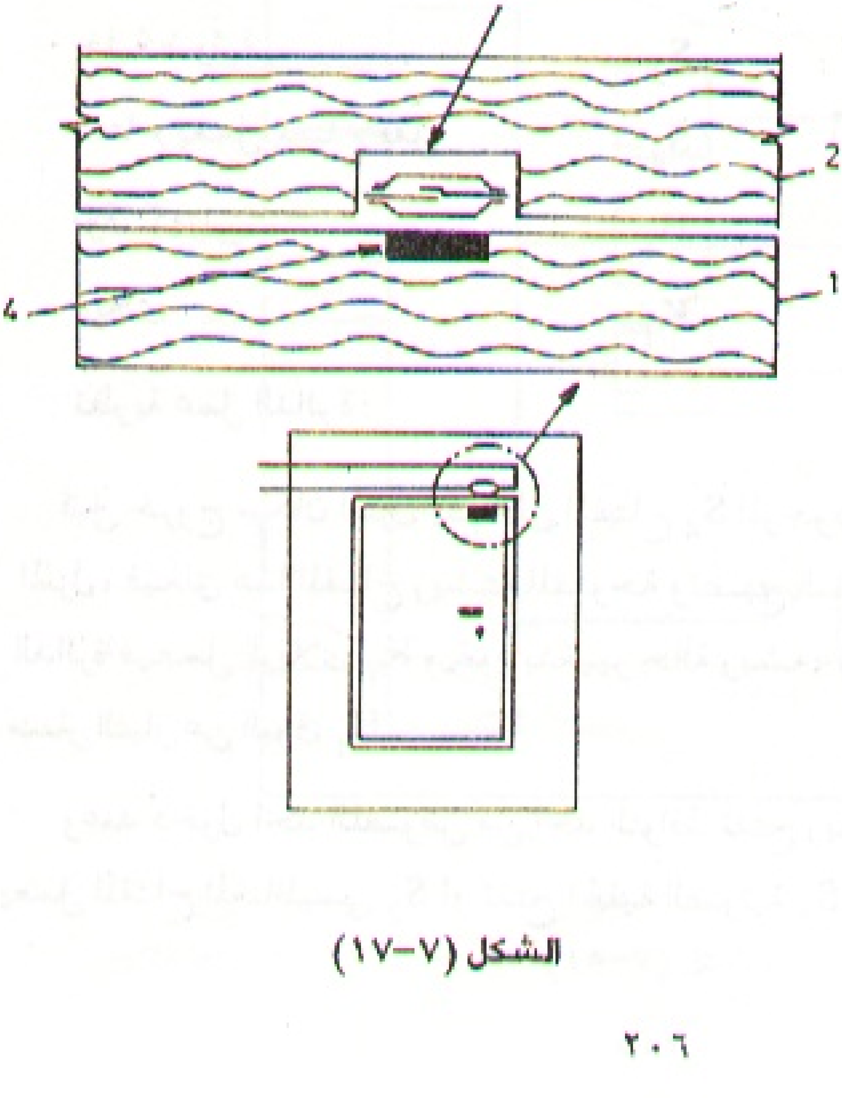
٢ - أجهزة استشعار حجمية وهى تعطى حماية فى ثلاثة مستويات .

وسنكتفى فى هذه الفقرة بتناول أجهزة الاستشعار الخطية .

وتشتمل أجهزة الاستشعار الخطية على :

أ- الريش التقاربية المغناطيسية Magnet reed contacts

وهى تتكون من أنبوبة زجاجية بداخلها ريشة من المعدن (مفتوحة أو مغلقة)، وعند اقتراب مغناطيس دائم من هذه الريشة يتغير حالتها فتصبح مغلقة إذا كانت فى الأصل مفتوحة والعكس بالعكس. والشكل (٧- ١٧)



الشكل (٧-١٧)

يوضح استخدام مفتاح تقاربى مغناطيسى مع باب.

حيث إن :

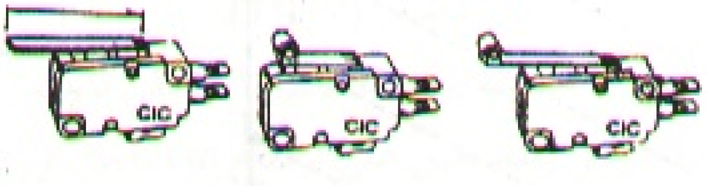
الباب	1
حلق الباب	2
تجويف بحلق الباب به ريشة	3
مغناطيس دائم	4

ففى حالة تثبيت الريشة المغناطيسية فى حلق الباب وتثبيت المغناطيس الدائم فى الباب نفسه، وعند غلق الباب تغلق الريشة المغناطيسية المفتوحة.

وعادة تستخدم الريش المغناطيسية مع الأبواب والشبابيك ويجب أخذ الاحتياطيات اللازمة لمنع انكسار الأنبوبة الزجاجية للريشة.

ب- مفتاح نهاية المشوار Limit Switch

الشكل (٧- ١٨) يعرض صوراً مختلفة لمفاتيح نهايات المشوار، فالشكل (أ) يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار ببكرة طويلة، والشكل (ب) يعرض نموذجاً لمفتاح



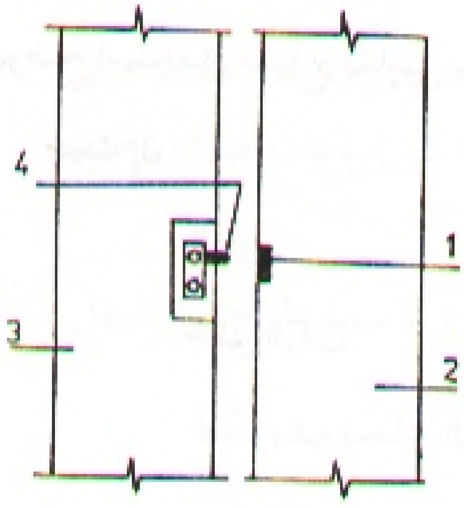
الشكل (٧-١٨)

نهاية مشوار ببكرة قصيرة، والشكل (جـ) يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار بذراع، فعند الضغط على ذراع أو بكرة المفتاح تغلق ريشة المفتاح المفتوحة، وعند إزالة الضغط عن ذراع أو بكرة المفتاح تعود ريشة المفتاح لوضعها الطبيعى (مفتوحة مرة أخرى) .

والشكل (٧- ١٩) يوضح طريقة استخدام مفتاح نهاية المشوار مع أحد الأبواب؛ علماً بأنه يمكن استخدام مفاتيح نهاية المشوار مع الأبواب والشبابيك بنفس طريقة استخدام الريش المغناطيسية.

حيث إن :

لوح ضغط	1
الباب	2
حلق الباب	3
خابور أو بكرة مفتاح نهاية المشوار	4



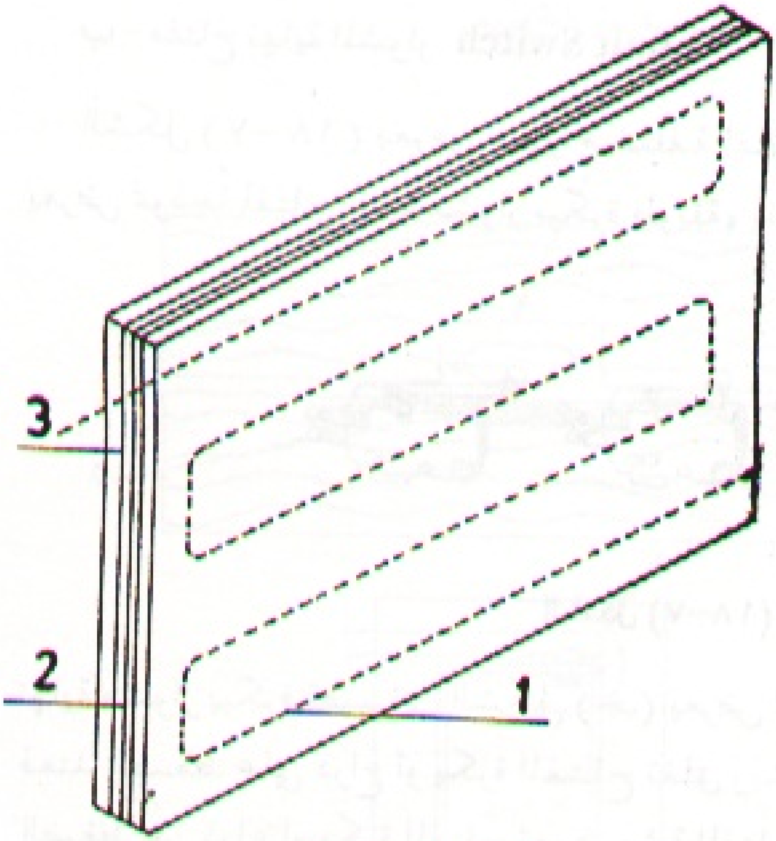
الشكل (٧– ١٩)

جـ- زجاج الإنذار Alarm glass

يحتوى هذا الزجاج بداخله على شعيرات ناعمة من النحاس، فبمجرد كسر الزجاج تنقطع شعيرات النحاس ويحدث الإنذار. والشكل (٧– ٢٠) يعرض نموذجاً لزجاج الإنذار المستخدم فى دوائر الإنذار من السرقة.

حيث إن :

شعيرات ناعمة من النحاس	1
طبقة من البلاستيك	2
طبقة من الزجاج	3



الشكل (٧– ٢٠)

د – الأنظمة الضوئية Optical Systems

وتتكون هذه الأنظمة من مرسل ومستقبل ومرآه عاكسة حيث يقوم المرسل بإرسال شعاع غير مرئى (أشعة تحت حمراء)، وتقوم المرآة بعكس هذا الشعاع ليصل إلى المستقبل، وعند انقطاع مسار الشعاع الضوئى أثناء مرور شخص بالمنزل وخلو المنزل من سكانه وعمل نظام

الإنذار من السرقة بتغير وضع الريشه المفتوحة الموجودة بالمستقبل، وتصبح مغلقة وتعمل دائرة الإنذار. والشكل (٧-٢١) يعرض المسقط الأفقى لغرفة فى أحد المنازل مبين عليه مواضع عناصر النظام الضوئى المستخدم

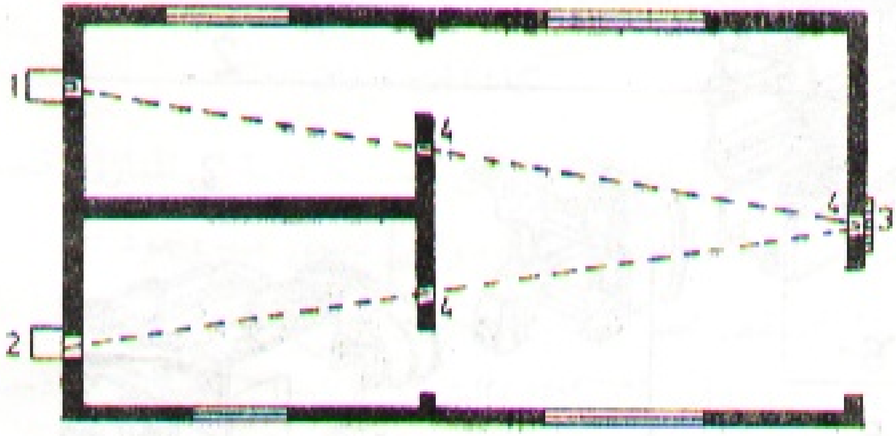
حيث إن:

مرسل 1

مستقبل 2

مرآة 3

فتحة صغيرة لإمرار الشعاع 4



الشكل (٧- ٢١)

ويمكن زيادة المساحة المحمية بواسطة النظام الضوئى باستخدام مجموعة من المرايات. ويثبت عادة المرسل والمستقبل على ارتفاع 6 cm من الأرضية.

والجدير بالذكر أنه يمكن أن يحدث قطع لمسار الشعاع الضوئى بواسطة كلب أو قطة وبالتالى يعطى نظام الإنذار من السرقة إنذاراً كاذباً.

٣/٣/٧ - أجهزة الإشارة والرليهات الكهرومغناطيسية

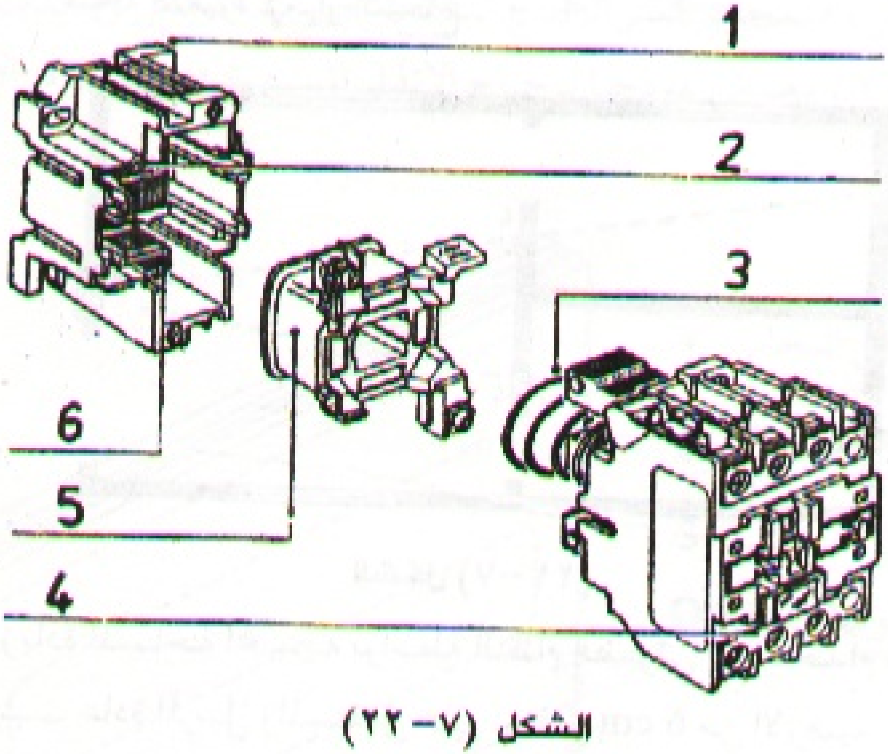
أولاً: أجهزة الإشارة

هناك نوعان من هذه الأجهزة وهما بوق يصدر صوتًا عاليًا خارج المنزل، وجهاز يتصل مباشرة بقسم البوليس للمنطقة ويعطي رسالة بوجود حادث سرقة فى المنزل المعنى، وبعد تأخير زمنى يحدث إنذاراً صوتياً بواسطة البوق الموضوع خارج الشقة. وأحيانًا يعمل هذا البوق فقط عند تعطل جهاز الاتصال بقسم البوليس.

ثانيًا : الريلهات المغناطيسية

يتكون الريلاى الكهرومغناطيسى من قلب مغناطيسى مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى المعزولة؛ علماً بان هذا القلب مشقوق إلى شقين، أحدهما ثابت والاخر متحرك. ويوجد حول الشق الثابت ملف، أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس، وعند وصول التيار الكهربى لملف الريلاى ينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت فتتغير حالة ريش الريلاى بمعنى تصبح الريشة المفتوحة مغلقة والمغلقة مفتوحة.

والشكل (٧- ٢٢) يعرض قطاعاً فى ريلاى كهرومغناطيسى.



الشكل (٧- ٢٢)

حيث إن :

1 قاعد تثبيت الشق الثابت للقلب المغناطيسى

2 الشق الثابت للقلب المغناطيسى

3 ياى إرجاع

4 غلاف يحتوى على الشق المتحرك للقلب والريش الثابتة والمتحركة

5 ملف التشغيل

6 حلقة نحاس

٧ / ٤ – أنظمة الإنذار من الحريق

يقوم نظام الإنذار من الحريق بإعطاء انذاراً صوتيًا عند وجود حريق لاتخاذ الاجراءات المناسبة والفعالة في مثل هذه الظروف .

ويتكون نظام الإنذار من الحريق بصفة عامة من :

١ – وحدة التحكم وهي دائرة الكترونية تتلقي إشارات من كاشفات الحريق وتعطى أوامر لتشغيل الأبواق أو وحدة الاتصالات بشرطة المطافى .

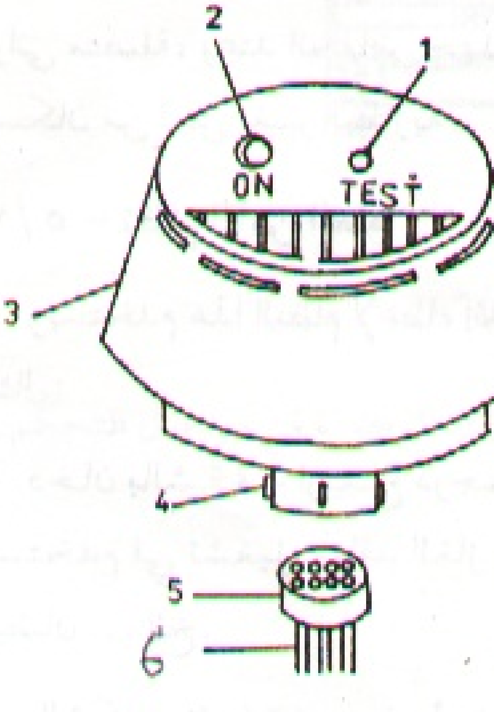
٢ – مصدر القدرة .

٣ – الأبواق ووحدات الاتصال بشرطة المطافى .

٤ – كاشافات الحريق والتى تنقسم إلى ثلاثة أنواع

– كاشفات حرارة – كاشفات دخان – كاشفات إشعاع

وبخصوص أنظمة الإنذار من الحريق المستخدمة في المنازل، فعادة يكتفي باستخدام كاشفات الدخان المزودة ببوق، والتى تعمل عند وجود دخان، وتثبت هذه الكاشفات أسفل السقف بمسافة 30cm بجوار غرف النوم وتثبت على علبة توصيل كالمستخدمة في تمديدات الإضاءة . والشكل (٧–٢٣) يعرض نموذجًا لاحد هذه الكاشفات .



الشكل (٧ – ٢٣)

حيث إن :

1	زر اختبار الكاشف
2	لمبة بيان تضيء عند وصول التيار الكهربى
3	غلاف بلاستيكى بداخله دائرة الكترونية
4	غلاف بلاستيكى بداخله فيشة متعددة الأطراف

5 بريزة متعددة الأطراف يتم توصيلها بفيشة الكاشف

6 موصلات التوصيل

والجدير بالذكر أنه يمكن عمل نظام إنذار من الحريق متكامل لعمارة تحتوى علي العديد من الشقق السكنية وذلك باستخدام جميع مكونات أنظمة الإنذار من الحريق السالفة الذكر. ولمزيد من التفاصيل ارجع للكتاب الثالث من هذه الموسوعة.

وتصل شدة الصفارة الصادرة من كاشف الدخان المبين بالشكل (٧-٢٣) إلي حوالى 85dB، وهذه الصفارة كافية لإيقاظ النائم، كما أن صوت الصفارة لا يمكن إيقافه طالما أن الدخان موجود، ويوجد أنواع من هذه الكاشفات تعمل عند جهد 220V تيار متردد، والبعض يغذى بمصدر تيار متردد 220V وبطارية 9V تعمل على تغذية الكاشف بالتيار الكهربى عند انقطاع مصدر الكهرباء العمومية. ويوجد أنواع من هذه الكاشفات تكون مزودة بريش تلامس حيث يتم توصيلها مع أنظمة الإنذار من الحريق المتكاملة، والبعض الآخر يكون بدون ريش تلامس وتستخدم من أجل تنبيه أهل المنزل فقط من وجود حريق.

وتزود هذه الكاشفات بضاغط اختبار لاختبار عمل الكاشف مرة كل أسبوع للتأكد من سلامته، فعند الضغط علي هذا الضاغط يعطى الكاشف صفارة مدة ست ثوانى متصلة، وعند انخفاض جهد بطارية الكاشف يعطي صوت صفارة مميزة لتنبيه السكان من أجل تغيير البطارية.

٧ / ٥ - نظام الأمن العام

ويستخدم هذا النظام لإعطاء إنذاراً صوتياً عند حدوث أمر غير طبيعى على سبيل المثال:

دخان بالشقة - ارتفاع درجة حرارة الشقة - تسرب الغاز الطبيعى والذي يستخدم في تشغيل مواقد الغاز - ارتفاع مستوى الماء في خزان الماء أدي لحدوث فيضان... إلخ.

والشكل(٧-٢٤) يعرض أحد الأنظمة التي قدمتها شركة Legrand الفرنسية وهي تتكون من خمسة موديولات وهم كما يلى:

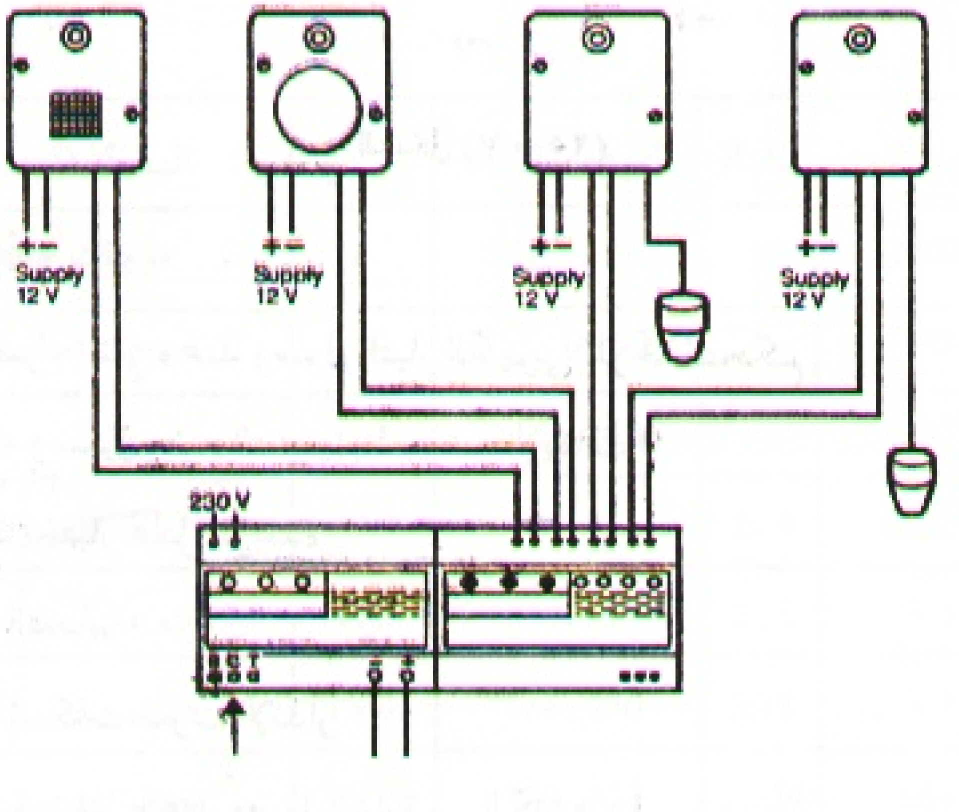
- وحدة التحكم 1

- كاشف حرارة 2

- كاشف فيضان الماء 3

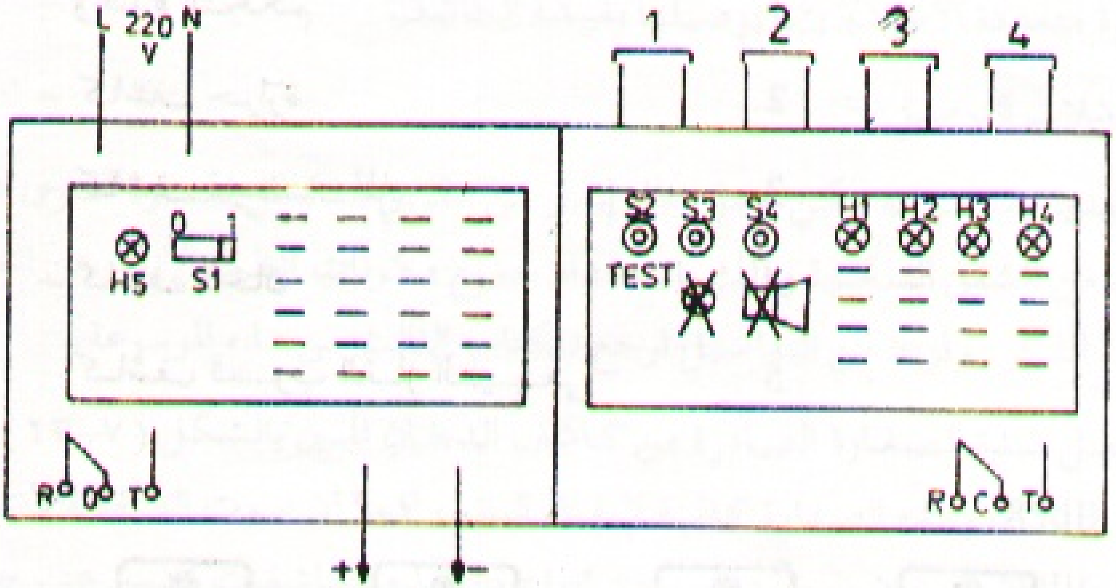
- كاشف دخان 4

- كاشف تسرب الغاز الطبيعي 5



الشكل (٧ – ٢٤)

والشكل (٧ – ٢٥) يبين الضواغط ولمبات البيان الموجودة في موديول التحكم.



الشكل (٧ – ٢٥)

حيث إن :

لمبة خضراء تضيء عند وصول التيار الكهربي للوحة التحكم	H_5
مفتاح له وضعين وضع التشغيل 1 ووضع الإيقاف 0	S_1
ضاغط اختبار عمل الوحدة	S_2
ضاغط التحرير	S_3
ضاغط إسكات صوت الإنذار	S_4
لمبة حمراء تضيء عند وصول إشارة من الكاشف 1	H_1
لمبة حمراء تضيء عند وصول إشارة من الكاشف 2	H_2
لمبة حمراء تضيء عند وصول إشارة من الكاشف 3	H_3
لمبة حمراء تضيء عند وصول إشارة من الكاشف 4	H_4

وتزود وحدة التحكم بريشتين قلاب موصلتين بين النقاط R,C,T ،حيث يمكن استخدام هذه الريش في بعض الوظائف المساعدة مثل: تشغيل مضخة ماء لإطفاء الحريق، وذلك عند استخدام كاشفات حريق ودخان فقط، أو تشغيل جهاز الاتصال الذاتي بشرطة المطافي.

والجدير بالذكر أنه يوجد أنظمة إنذار تحتوى على 64 مساراً يمكن أن تستخدم لمراقبة منشأة سكنية وذلك باستخدام 64 كاشفًا، كما أن هذه الانظمة تكون قابلة للبرمجة.

٧ / ٦ - هوائى التليفزيون

يعمل هوائى التليفزيون علي نقل الموجات الكهرومغناطيسية الموجودة في الجو والقادمة من محطات الإرسال إلى جهاز الاستقبال (جهاز التليفزيون)، والجدول (٧-١) يعرض ترددات موجات الراديو والتلفزيون.

الجدول (٧ - ١)

طول الموجه λ(m)	القناة	التردد MHZ	الرمز	النطاق (Band)
2000:1050	---	0.15 : 0.285	L	موجات طويلة
590 : 187	---	0.51 : 0.1605	M	موجات متوسطة
76 : 11.5	---	3.95 : 26.1	S	موجات قصيرة
6.35 : 4.4	2 : 4	47 : 68	TVI	نطاق تلفزيون I
3.4 : 2.9	2:55	87.5:108	VHF	ترددات عالية جداً نطاق II
1.7 : 1.3	5:12	174 : 230	TVIII	نطاق تلفزيون III
0.64 : 0.48	21:39	470 : 622	TVIV	نطاق تلفزيون IV
0.48 : 0.38	40:60	622 : 790	TV V	نطاق تلفزيون V

الجدير بالذكر أن موضوع الهوائيات من الموضوعات المعقدة والتى تحتاج إلى دراسة عميقة، ولكننا لن ندخل في تفاصيل عن تصميم الهوائيات ولكن فقط عن استخدامها ويمكن تقسيم هوائيات الاستقبال من حيث نوعية الخدمة إلى :

١ - هوائيات خاصة Private Antenna وهذه الهوائيات تخص جهاز تليفزيون واحد.

٢ – هوائيات عامة Communal Antenna وهذه الهوائيات تخص مجموعة من أجهزة التلفزيونات.

ويمكن تقسيم هوائيات الاستقبال من حيث نظرية عملها إلى :

١ – هوائيات تثبت على عمود Rod Antenna .

٢ – هوائيات الصحن Dish .

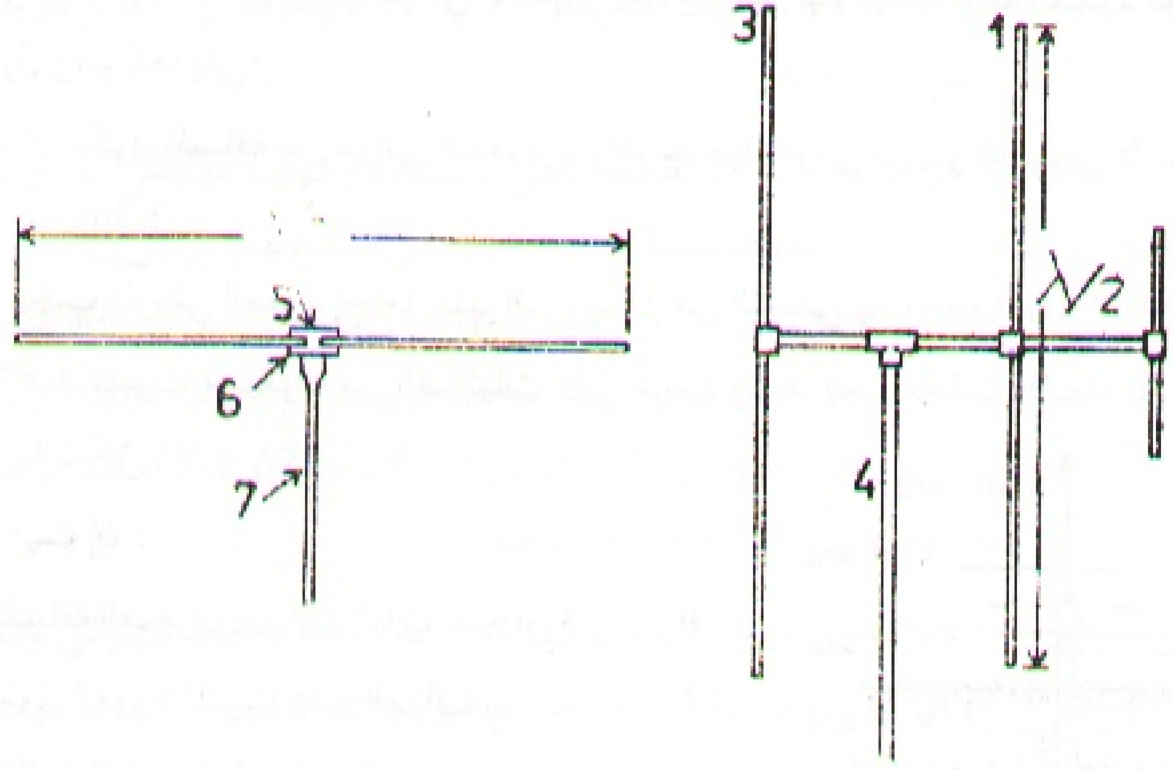
٧ / ٦ / ١ – الهوائيات التي تثبت على عمود

يعد الهوائي الذي يثبت على عمود والمعروف بالهوائي الثنائي القطب Dipole من أبسط أنواع الهوائيات، وهذا الهوائي قادر على استقبال الموجات من اتجاهين، وعادة يكون طول هذا الهوائي مساوياً نصف الطول الموجي للموجه المطلوبة استقبالها، فلاستقبال موجات TVI يجب ان يكون طول الهوائي يتراوح ما بين (3.17 : 2.2m) وبإضافة موجه Director وعاكس Reflector للهوائيات الثنائية القطب نحصل علي هوائيات متعددة العناصر أكثر حساسية لإستقبال الموجات الكهرومغناطيسية .

والشكل (٧ – ٢٦) يعرض أبسط نموذجين للهوائيات التي تثبت على عمود وهم: الهوائي الثنائي القطب (أ)، والهوائي الثنائي القطب المتعدد العناصر (ب).

حيث إن :

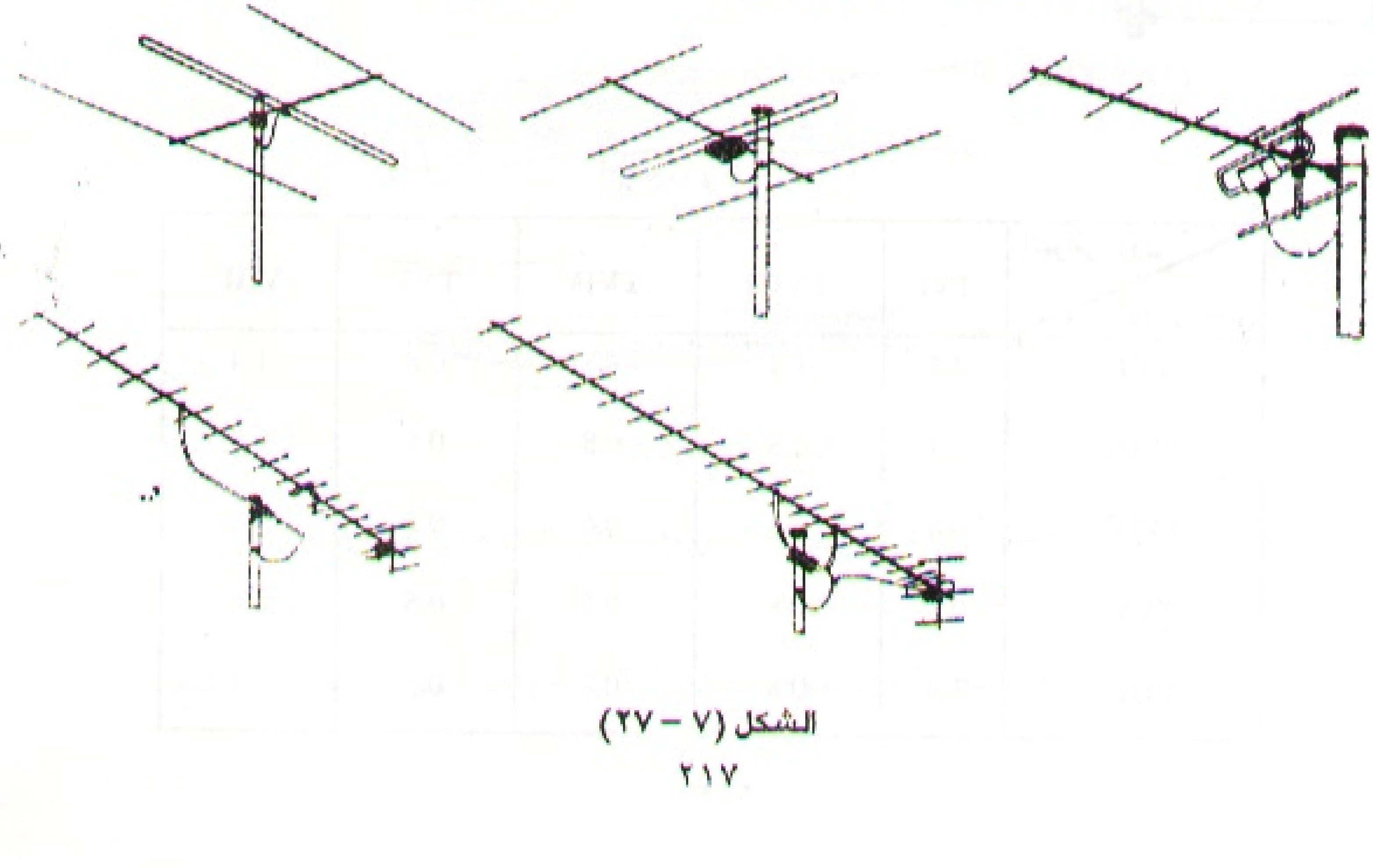
1	هوائي ثنائي القطب
2	موجه
3	عاكس
4	عمود تثبيت الهوائي
5	ثغرة هوائية 3mm
6	ركيزة عازلة
7	كابل توصيل مقاومته 70/80Ω



الشكل (٧ – ٢٦)

والجدير بالذكر أن الهوائي الثنائي القطب يصنع بصورة ملفوفة.

ولقد لجأت الشركات المصنعة إلى زيادة حجم الهوائيات للتحسين من خواصها، بل وأوجدت أنواعاً مختلفة من الهوائيات كل منها له نطاق محدد للموجات التي يستقبلها. والشكل (٧–٢٧) يعرض أنواعاً مختلفة من الهوائيات المتعددة العناصر.



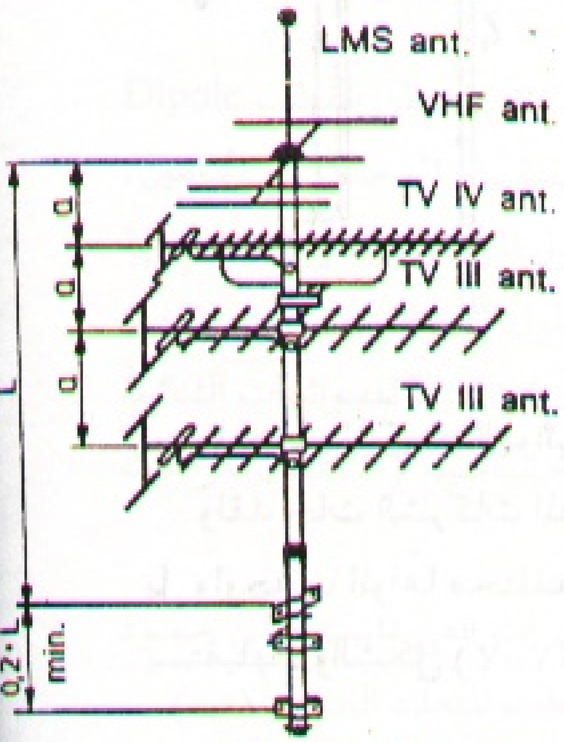
الشكل (٧ – ٢٧)

وتوجد عدة تعليمات تأخذ في الاعتبار عند تثبيت الهوائيات ذات العمود فوق المنازل وهم كما يلي :

١ – أن تكون المسافة بين هوائى التلفزيون وأقرب خط هوائى للتيار الكهربى لا تقل عن 3.3m .

٢ – يجب تأريض العمود الحامل للهوائى بسلك من النحاس مساحة مقطعه $6mm^2$.

٣ – عند تثبيت مصفوفة من الهوائيات علي عمود واحد يجب تحقيق الأبعاد المبينة بالشكل (٧ – ٢٨) .



الشكل (٧ – ٢٨)

حيث إن :

المسافة الصغرى بين الهوائيات المتجاورة a

طول العمود المثبت عليه الهوائيات L

ويلاحظ أن ارتفاع الجزء الذى يتم تثبيته من العمود في المبنى يجب الا يقل عن 0.2L

والجدول (٧–٢) يعطى قيم (a) لأنواع مختلفة من الهوائيات بالمتر.

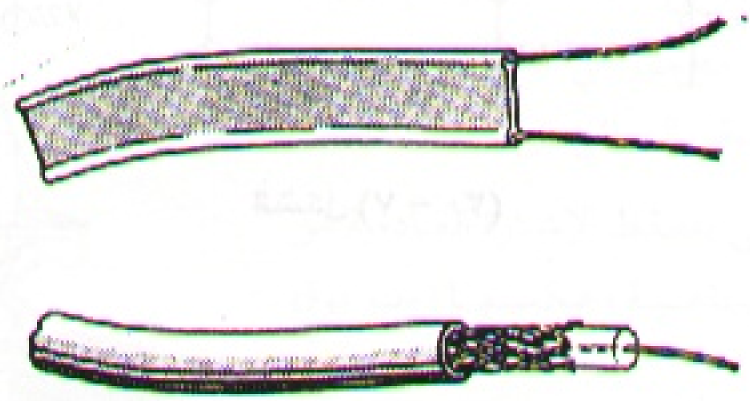
الجدول (٧ – ٢)

الهوائي الأول / الهوائي الثاني	TVI	TVIII	TVIV	TVV	VHF
TVI	2.5	1.4	0.8	0.8	1.4
TVIII	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
TVIV	0.8	0.8	0.6	0.5	0.8
TVV	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8
VHF	1.4	0.8	0.8	0.8	1.1

– فمثلاً– المسافة بين هوائى يستقبل موجات TVIV وهوائى يستقبل موجات TVI يجب ألا تقل عن 0.8m .

والجدير بالذكر أنه إ ذا كانت المنطقة التى يستخدم فيها الهوائى بها إرسال ضعيف (موجات كهرومغناطيسية ضعيفة) يمكن استخدام مكبر Amplifier للهوائى. وإذا كانت محطات الإرسال المرغوب فيها في اتجاه مختلف عن اتجاه الهوائى يجب تغيير اتجاه الهوائى ليكون في اتجاه محطة الإرسال المرغوب فيها، ويمكن الاستعانة بمحرك دوار يثبت عليه الهوائى ويمكن التحكم فيها بوحدة تحكم موجودة في المنزل لتوجيه الهوائى في أى اتجاه مرغوب آلياً.

٤ – للوصول للأداء الأمثل للهوائى يجب أن تكون المقاومة الداخلية للهوائى والذي يعتبر كمصدر جهد مساوية معاوقة جميع التركيبات الكهربية للهوائى وصولاً لجهاز التلفزيون، وعادة تكون معاوقة الهوائيات التجارية تكون إما 75Ω أو 300Ω، وكذلك فإن الكابلات المستخدمة مع الهوائيات تكون معاوقتها 75Ω أو 300Ω ، وتوجد هذه الكابلات في صورتين، النوع المبطط ويندر استخدامها في الوقت الراهن والنوع المحوري. والشكل (٧–٢٩) يعرض شكل كابلات الهوائيات المبططة (الشكل أ)، والمحورية (الشكل ب).



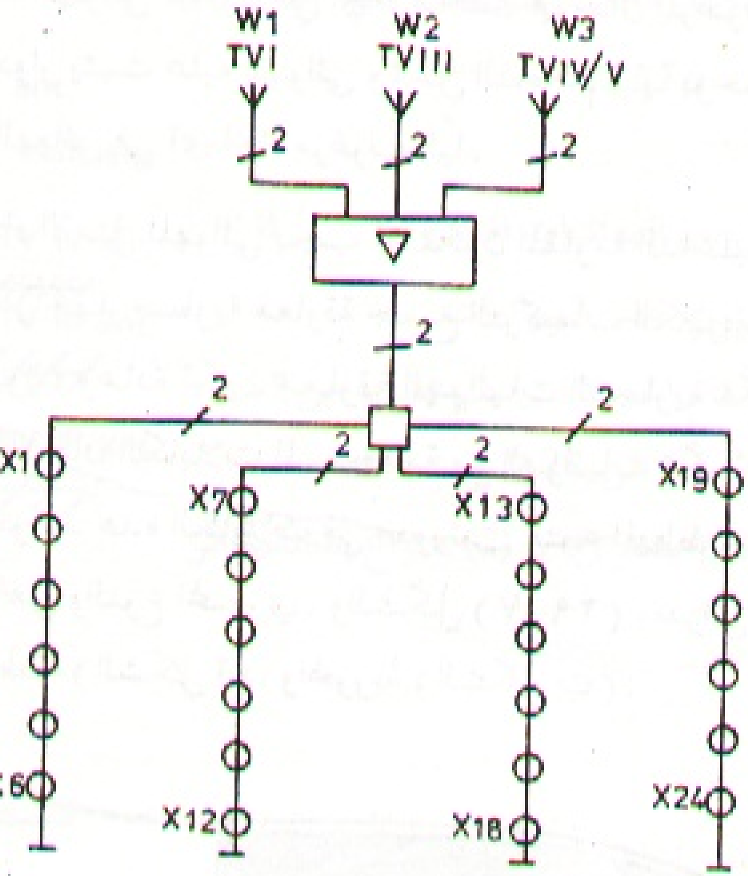
الشكل (٧ – ٢٩)

٥ – عند الحاجة لتغذية أكثر من بريزة تلفزيون داخل الشقة الواحدة يلزم استخدام مكبر Amplifier .

٦ – عند استخدام مصفوفة من الهوائيات لتغذية شقة واحدة يلزم استخدام مرشح

ربط Coupling Filter .

ولتثبيت هوائى عام لعمارة ما يجب اختيار مكان التثبيت المناسب البعيد عن المداخن والخطوط الكهربية الهوائية. والشكل (٧ – ٣٠) يعرض هوائى عام لعمارة ستة طوابق بكل طابق أربع شقق.



الشكل (٧ – ٣٠)

حيث إن :

هوائى لاستقبال موجات TV IV	W_1
هوائى لاستقبال موجات TV III	W_2
هوائى لاستقبال موجات TV IV/V	W_3
مكبر	A

- علبة تفريع. B

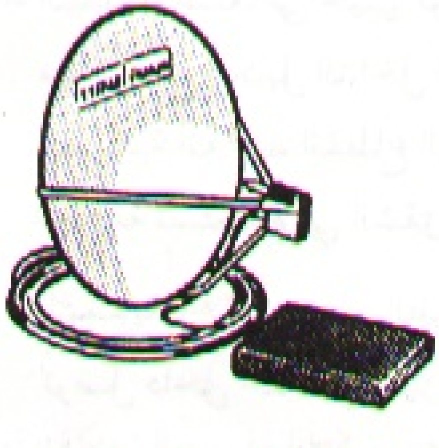
علمًا بأن برايز الهوائيات x6, x12, x18, x24 مزودة بمقاومة وباقى البرايز بدون مقاومة (عادية) وتمدد كابلات الهوائيات داخل مواسير PVC قطرها 20mm وصولا للبرايز داخل الشقق السكنية .

٧ / ٦ / ٢ - هوائيات الصحن Dishes

تقوم هوائيات الأصحن باستقبال إرسال الأقمار الصناعية المنزلية (HOMSATS) . والجدير بالذكر أن القمر الصناعى ليس إلا نظام لإعادة البث، وتدورالأقمار الصناعية في الفضاء الخارجى في مدار يبعد عن خط الاستواء مسافة 22300 ميلاً بسرعة 7000 ميل / ساعة (نفس سرعة دوران الأرض) وهذا ما يجعلها تبدو ثابتة بالنسبة لحركة دوران الكرة الأرضية .

وعند تكون هوائيات أحد محطات الإرسال الأرضية موجة إلي أحد الأقمار الصناعية المنزلية فإنه يقوم باستقبال هذه الموجات ثم تقويتها وإعادة بثها على مساحة كبيرة من الأرض وبواسطة الأصحن الهوائية يمكن استقبالها .

والشكل (٧ - ٣١) يعرض أحد الأصحن الهوائية التى تثبت فوق أسطح المنازل، وهى تصنع من شبكة معدنية أو غلاف من الزجاج الليفى مطمور في الشبكة السلكية، ويتكون نظام الصحن الهوائى من :



الشكل (٧ - ٣١)

١ - صحن هوائى يلتقط الإشارة القادمة من الأقمار الصناعية وعكسها نحو بوق التغذية .

٢ - جهاز توجيه الهوائى وهو يعمل على توجيه الصحن للاتجاه المطلوب .

٣ - بوق تغذية ويثبت في نقطة ارتكاز الهوائى ويجمع الإشارات المنعكسة من الصحن.

٤ – مجموعة المضخم والوصلة (LNA/LNB/LNC) وتقوم بالتقاط الإشارات من بوق التغذية وتضخيمها مئة ألف مرة، وهذه المجموعة مركبة علي بوق التغذية.

٥ – جهاز التحكم في النظام لضبط الصورة والصوت وتوضع داخل المنزل. ولتركيب أحد أنظمة هوائيات الصحن يستعان بالمخططات الكهربية المرفقة مع كتالوج الجهاز.

والجدير بالذكر أن الكابلات المستخدمة مع هوائيات الصحن تكون طولها 30m أو 15m ومن الضرورى تحديد المسافة بين التلفزيون والهوائى؛ لأن هذه الكابلات مصممة بحيث لا تقطع بهدف تقصيره ولا توصل بهدف تطويلها وفي حالة عدم الحاجة لباقى الكابل يجب لف باقى الكابل وتركه بدون قطع داخل المنزل. علمًا بأنه يجب تأريض الصحن الهوائى بموصل نحاس $10mm^2$ ويجب الا يوصل التيار الكهربى للتلفزيون إلا بعد فحص توصيلات الهوائى أكثر من مرة.

٧ / ٧ – تمديدات الهاتف (التليفون)

عادة تقوم شركة التليفونات المحلية بتمديد خطوط التليفون وصولا لنقطة الدخول للمنزل أو الشقة. وتوضع نقطة الدخول عادة في البلكونات أو المطابخ ويوجد عدة طرق لتمديدات التليفون وهى كما يلى:

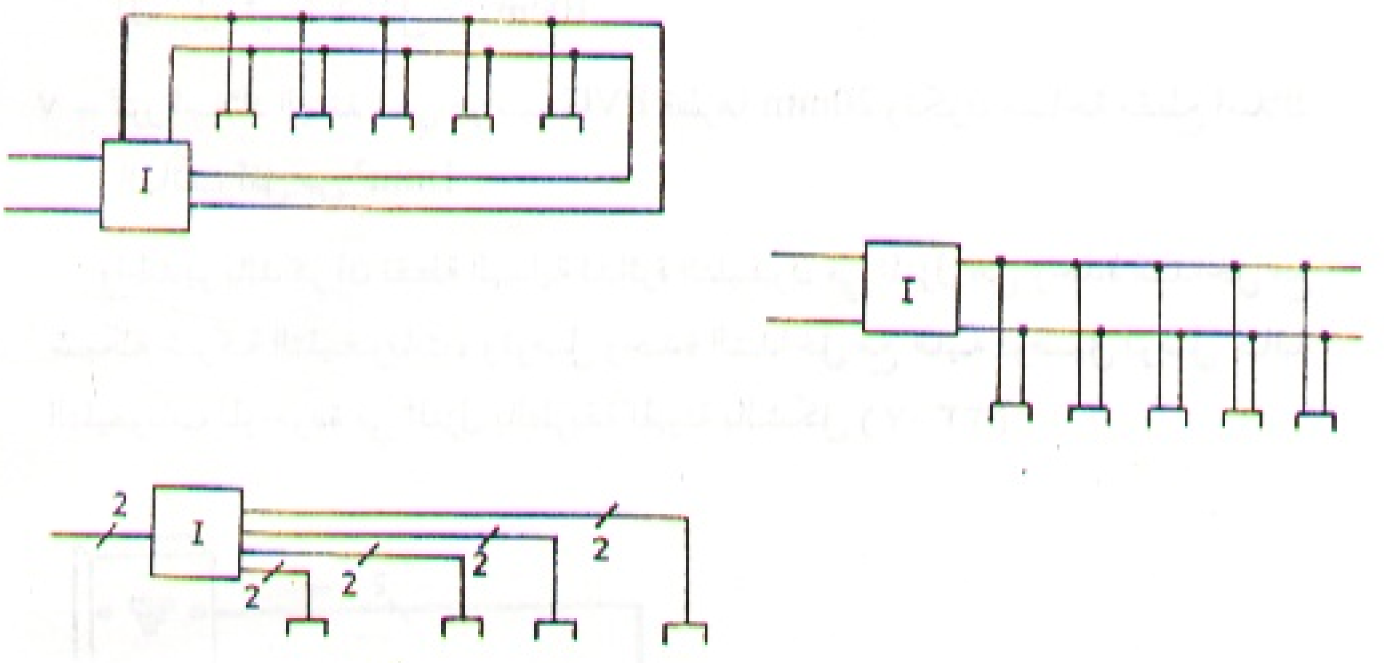
١ – التمديد الشعاعى حيث توصل جميع برايز التليفون في المنزل بالتوازى وتوصل مباشرة مع الكابل الداخل لوحدة التداخل مع شبكة الهاتف، ويعاب على هذه الطريقة أنه عند انقطاع الكابل الرئيسي تتعطل جميع التليفونات، وهذه الطريقة تستخدم في الشقق التى لا تتجاوز مساحدتها $270m^2$.

٢ – التمديد الحلقى وهذه الطريقة تشبه الطريقة السابقة عدا أن برايز التليفونات توصل داخل حلقة وتتميز هذه الطريقة بإيجاد مسار إضافي يحقق الاستمرارية للنظام حتى ولو انقطعت احد نقاط الحلقة.

٣ – التمديد المنفرد حيث يتم توصيل كل بريزة تليفون بكابل خاص مع وحدة التداخل مع الشبكة وتتميز هذه الطريقة أنه إذا حدث قصر أو قطع في أحد الكابلات فإن ذلك لن يؤثر إلا على الغرفة المؤدى لهاهذا الكابل، وبالتالى يمكن

بسهولة تحديد مكان العطل وإصلاحه، بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الطريقة تسمح برفع مستوى نظام التليفون في المنزل ليحتوى علي رسائل الاتصالات الأكثر تعقيداً مثل: جهاز الفاكس ونظام الهاتف متعدد الخطوط الخارجية، بالإضافة إلي إمكانية ربط نظام أمنى للمنزل مع التليفون.

والشكل (٧ - ٣٢) يعرض الطرق المختلفة لتمديدات التليفونات التمديد الشعاعى (أ)، والتمديد الحلقى (ب)، والتمديد المفرد (جـ) .



الشكل (٧ - ٣٢)

حيث إن :

وحدة التداخل مع الشبكة I

وهناك عدة تعليمات متبعة عند تمديد أسلاك التليفون وهم كما يلى :

١ - عدم تثبيت أى بريزة تليفون أبعد من 60m من وحدة التداخل مع الشبكة (أول نقطة دخول للمنزل) .

٢ - تجنب تمديد أسلاك التليفون في مواقع رطبة أو علي أسطح ساخنة .

٣ - تجنب عمل وصلات في أسلاك التليفون لأنها تسبب حدوث تشويش .

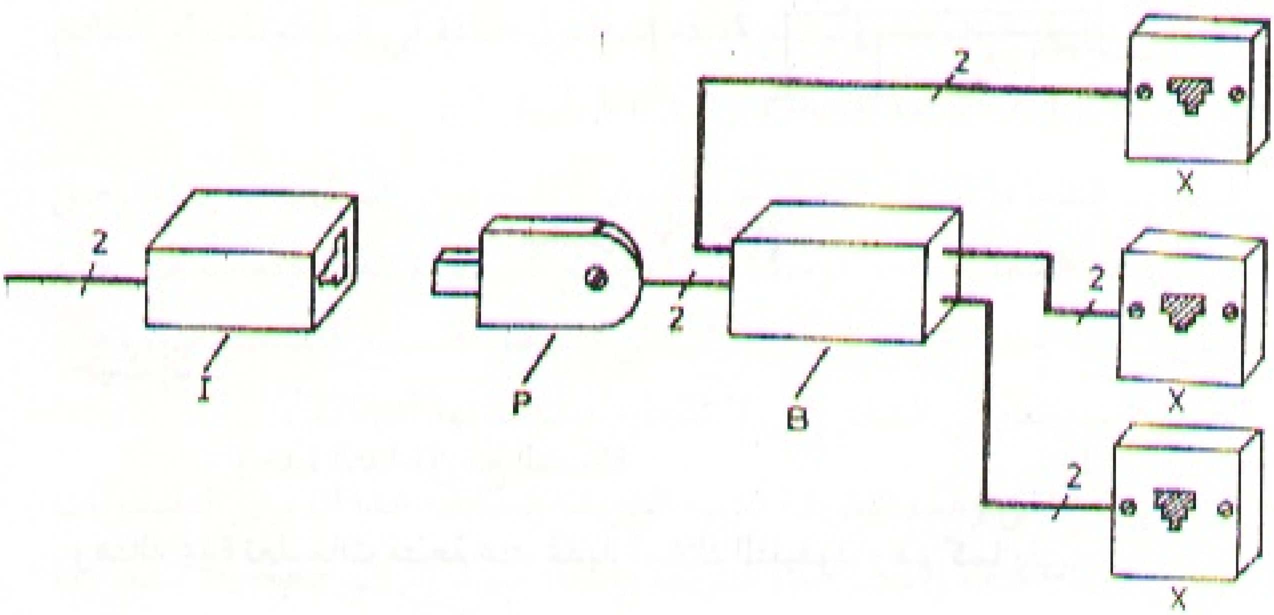
٤ - لا تنزع عوازل موصلات كابل خط التليفون القادم من شركة التليفونات حيث توجد نهايات توصيل خاصة تسمح بوصل الأسلاك بسرعة بدون تعرية .

٥ - يجب المحافظة على المسافة بين أسلاك التليفون والأسلاك الكهربية بقمية لا تقل عن 5cm وقد تصل هذه المسافة إلى 15cm عن أسلاك تغذية المصابيح الفلورسنت .

٦ - يجب المحافظة على المسافة بين أسلاك التليفون وأسلاك هوائى التلفزيون الداخلة للمنزل بقيمة لا تقل عن 10cm .

٧ - تمر أسلاك الهاتف في مواسير PVC قطرها 20mm وتكون مساحة مقطع أسلاك الهاتف أقل من $1mm^2$.

والجدير بالذكر أن نقطة البداية لدائرة التليفون في المنزل هى وحدة التداخل مع شبكة شركة التليفونات، وتوصل وحدة التداخل مع علبة توصيل لوصل كافة التليفونات الموجودة في المنزل بالطريقة المبينة بالشكل (٧-٣٣) .



الشكل (٧ - ٣٣)

حيث إن :

وحدة التداخل مع الشبكة	I
فيشة	P

علبة توصيل	B
برايز تليفونات	X

وبعد الانتهاء من تمديدات التليفونات يمكن التأكد من سلامة التمديدات باستخدام تليفون سليم، حيث توصل التليفون مع برايز التليفونات الموجودة في المنزل الواحدة تلو الأخرى.

الباب الثامن

توزيع التيار الكهربى داخل المنشآت السكنية

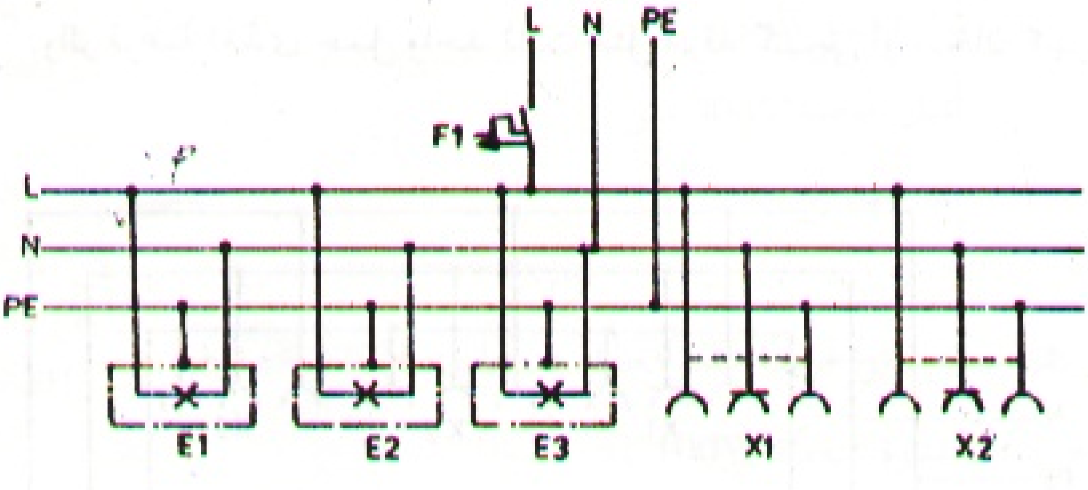
توزيع التيار الكهربى داخل المنشآت السكنية

٨ / ١ - مقدمة

عادة يتم توزيع التيار الكهربى داخل الشقق السكنية بواسطة مجموعة من الدوائر الفرعية Branch Circuits، ويوجد عدة أنواع من الدوائر الفرعية في الأماكن السكنية وهم كما يلى:

١ - دوائر فرعية للأغراض العامة:

وهى دوائر تغذي مجموعة من نقاط الإضاءة، ومجموعة من البرايز (المآخذ) الكهربية المستخدمة في تغذية الأجهزة المنزلية كما هو مبين بالشكل (٨ - ١) .



الشكل (٨ - ١)

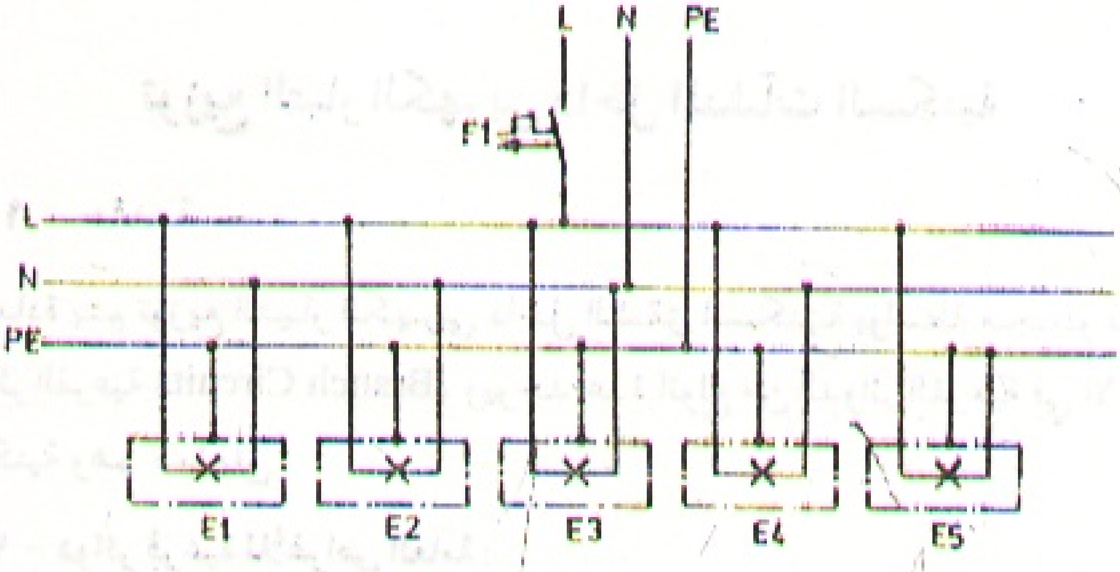
٢ - دوائر فرعية خاصة بنقاط الإضاءة:

وهي تغذى مجموعة نقاط إضاءة فقط كما هو مبين بالشكل (٨ - ٢) .

٣ - دوائر فرعية خاصة بالبرايز (المآخذ):

وهذه الدوائر تخص فقط البرايز المستخدمة فى تغذية الأجهزة المنزلية.

ويوجد نظامان لتغذية البرايز موضحة في الشكل (٨ - ٣) وهما :

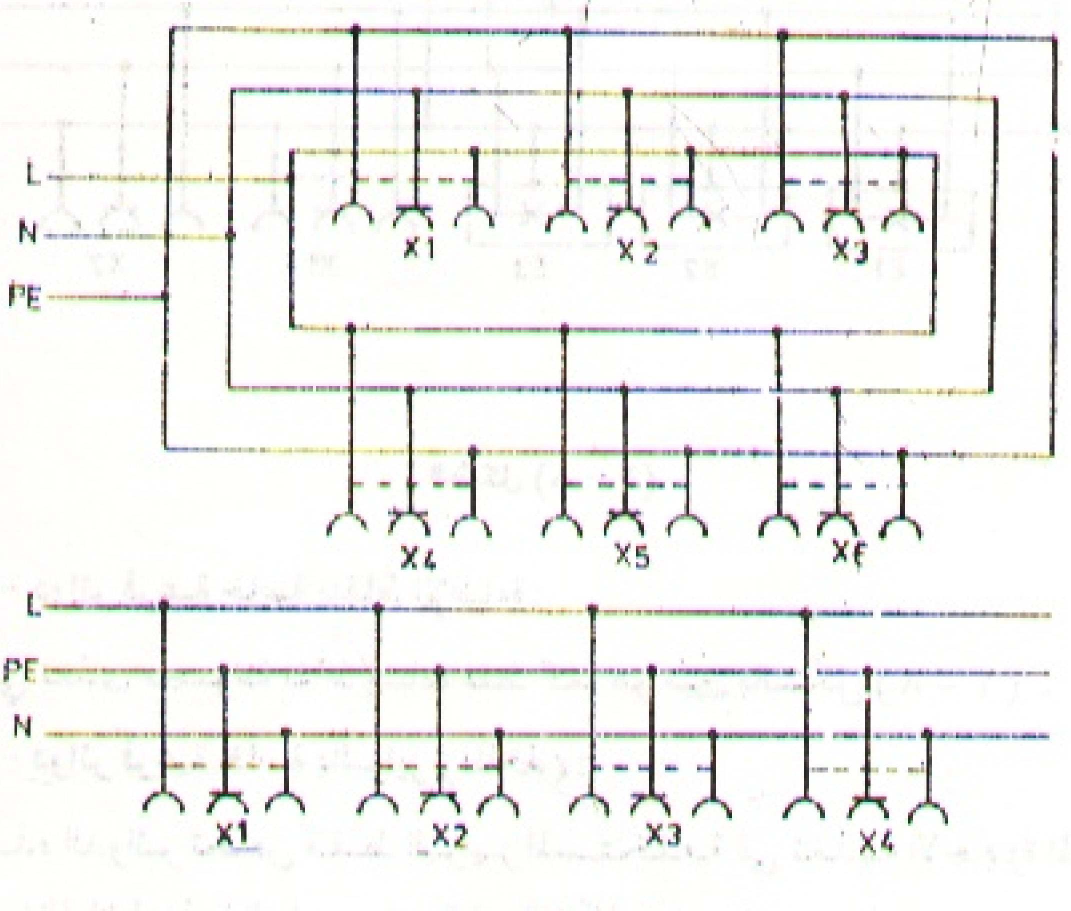


الشكل (٨ – ٢)

١ – نظام الدائرة الحلقية Ring system (الشكل أ) .

٢ – نظام الدائرة الشعاعية Radial system (الشكل ب) .

٤ – دوائر فرعية تغذى حمل واحد ثابت مثل موقد كهربى أو سخان كهربي أو



الشكل (٨ – ٣)

مكيف . . . إلخ . وهذه الدوائر تكون دائرة وجه واحد أو وجهين (في الأنظمة العاملة بجهد 127/220V) أو دوائر ثلاثية الأوجه .

٨ / ٢ - الدوائر الفرعية العامة والخاصة بالإضاءة

أولا : الدوائر الفرعية العامة

عادة تصمم الدوائر الفرعية العامة بحيث يستخدم في حمايتها قواطع 30A أو 20A أو 15A ، ويختار التيار المقنن للقاطع أكبر من أو يساوى التيار المقنن للحمل، في حين تختار الموصلات بحيث تتحمل تياراً أقصى أكبر من التيار المقنن للقاطع حيث يجب أن تحقق المعادلة 8.1 .

$$I_B < I_N < I_Z \rightarrow 8.1$$

حيث إن :

تيار الحمل المقنن	I_B
تيار الموصلات الأقصى	I_Z
تيار القاطع المقنن	I_N

مثال :

إذا كان حمل دائرة فرعية عامة تعمل عند جهد 220V كما يلى :

5 نقاط إضاءة قدرة النقطة 100W .

خمس برايز تيار البريزة المقنن A2

لذلك فإن القدرة الكلية للأحمال تساوى مجموع قدرة حمل الإضاءة وقدرة أحمال البرايز وحيث إن $P = IU$ لذلك فإن

$$P = 5x100 + 5x2x220 = 2700 \text{ W}$$

وبالتالى فإن تيار الحمل يساوى :

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2700}{220} = 12.3$$

ومن الجدول (٢-٢) (فى الباب الثانى) تحت المجموعة الأولى فإن مساحة مقطع

الموصلات المستخدمة ذات القلب النحاسى (Cu) هى $1.5mm^2$، فى حين أن التيار المقنن للقاطع هو 10A ، وحيث إن العلاقة 8.1 لم تتحقق فى هذه الحالة لذا نختار مساحة مقطع $2.5mm^2$ وقاطع تياره المقنن 16A .

ثانياً : الدوائر الفرعية الخاصة بالإضاءة

يوجد طريقتان لتحديد مساحة مقطع الموصلات وتيار القاطع المقنن تبعاً لعدد نقاط الإضاءة وهما كما يلى :

الطريقة الأولى : يفرض أن قدرة مصابيح وحدة الإضاءة لا تقل عن 150W . والجدول (٨-١) يعطى مساحة مقطع موصلات النحاس وتيار القاطع المقنن لعدد مختلف لنقاط الإضاءة .

الجدول (٨-١)

عدد النقاط	التيار المقنن للقاطع (A)	مساحة مقطع موصلات النحاس mm^2
5	5	1
10	10	1.5
15	16	2.5

الطريقة الثانية : وذلك تبعاً لقدرة المصابيح فبالنسبة للمصابيح الفلورسنت يجب أخذ قدرة المصباح ومعدات التحكم كالخوانق فى الاعتبار وذلك بضرب قدرة المصباح فى 1.8 .

مثال :

دائرة فرعية خاصة بالإضاءة تحتوى على 15 مصباح فلورسنت، قدرة المصباح 65W وتعمل عند جهد 220V .

لذلك فإن قدرة المصابيح الكلية تساوى مجموع قدرات المصابيح ومعدات التحكم

$$P = 65 \times 15 \times 1.8 = 1755W$$

وبالتالى فإن تيار الدائرة المقنن يساوى

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1755}{220} = 7.9$$

ومن الجدول (٢-٢) تحت المجموعة الأولى فإن مساحة مقطع موصلات النحاس (Cu) هى $1.5mm^2$ وتيار القاطع المقنن هو 10A . أما بالنسبة للمصابيح المتوهجة فتجمع قدراتها مباشرة .

ويجب تحقيق المعادلة 8.1 عند استخدام الطريقة الثانية فى الحساب .

٨ / ٣ - الدوائر الفرعية للبرايز

عادة تثبت البرايز فى المنازل على ارتفاع (110:135Cm) من الارض ، وذلك لمنع حدوث تلف للفيش والكابلات المرنة، وكذلك الحد من الحوادث التى تحدث للإطفال عند وضع البرايز على ارتفاع 45Cm من الأرض .

وهناك نظامان لتغذية البرايز موضحة بالشكل (٨-٣) وهما :

١- نظام الدائرة الحلقية .

٢- نظام الدائرة الشعاعية .

نظام الدائرة الحلقية :

يخضع هذا النظام للمواصفات الإنجليزية ، حيث تستخدم فيش بمصهرات . فعند استخدام برايز 15A لتغذية فيش بمصهرات 13A ، فإنه يمكن استخدام حلقة واحدة لكل $100m^2$ من مساحة الشقة مع استخدام موصلات نحاس مساحة مقطعها $2.5mm^2$ وقاطع 30A .

نظام الدائرة الشعاعية :

عند استخدام هذا النظام مع برايز 15A تغذى فيش بمصهرات (مواصفات إنجليزية IEE) 13A فإنه يمكن أخذ دائرة شعاعية واحدة لكل $20m^2$ من مساحة الشقة باستخدام مواصلات نحاس مساحة مقطعها $2.5mm^2$ مستخدماً قاطع 20A .

أما عند استخدام هذا النظام مع برايز تغذى فيش بدون مصهرات، فهناك طريقتان لتحديد مساحة مقطع الموصلات وتيار القاطع المقنن تبعاً لعدد البرايز.

الطريقة الأولى :

يمكن توصيل عدد (5:8) برايز معاً فى دائرة شعاعية واحدة آخذاً فى الاعتبار المعلومات المدونة فى الجدول (٨-٢).

الجدول (٨-٢)

القدرة القصوي للأحمال KW	تيار القاطع (A)	مساحة مقطع موصلات النحاس mm^2	عدد نقاط البرايز
2.2	10	1.5	5
3.5	16	2.5	8

فإذا كانت قدرة الاحمال المتوقعة أكبر من القدرة القصوى للاحمال المسموح بها يجب تقليل عدد البرايز بشرط الا تتعدى قدرة الاحمال المتوقعة القدرة القصوى المسموح بها.

الطريقة الثانية :

وذلك باعتبار أن قدرة البريزة هو 180W، وقدرة بريزة المطبخ 250W، وتختار مساحة مقطع الموصلات والتيار المقنن للقاطع تبعاً للقدرة الكلية للبرايز، وهذه الطريقة تتبع المواصفات الامريكية ANSI.

مثال :

إذا كانت دائرة برايز شعاعية تغذى خمس برايز فى غرفة، وثلاثة برايز فى المطبخ؛ لذلك فإن القدرة الكلية للبرايز هو :

$$P = 5 X180+3X250 = 1620W$$

وبالتالى فإن التيار المتوقع للاحمال هو:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1620}{220} \quad 7.2A$$

ومن الجدول (٢-٢) فإن مساحة مقطع الموصلات النحاسية CU المناسبة هى $1.5mm^2$، وتيار القاطع المقنن هو 10A.

٨ / ٣ / ١ - عدد البرايز التى ينصح بها فى الغرف المختلفة

الجدول (٨-٣) يبين أعداد البرايز التى ينصح باستخدامها فى الغرف المختلفة بالمنزل؛ علماً بأن هذه الأعداد قابلة للزيادة والنقصان تبعاً لمستوى المنزل، فكلما ازداد مستوى المنزل ازداد العدد والعكس بالعكس.

الجدول (٨-٣)

للطبخ	غرف الطعام	غرفة المعيشة	غرفة النوم الرئيسية	غرفة نوم مزدوجة	غرفة نوم شخص واحد	غرفة نوم ومذاكرة لشخص	مخزن جراج صالة	الحمام (بريزة حلاقة)	المكـــان
4	2	5	2	2	1	2	1	1	العدد المقبول
3	1	3	2	2	1	2	1	1	العدد الأدنى

وفيما يلى بعض التوصيات التى يجب مراعاتها عند تثبيت البرايز فى الغرف المختلفة:

١- الحمام: يجب وضع بريزة حلاقة بجوار مرآة الحوض ، ويجب أن تكون بريزة الحلاقة مزودة من الداخل بمحول عزل، أو تكون مزودة بقاطع حماية من التسرب الأرضى. وأحياناً توضع برايز أخرى داخل الحمام بشرط أن تكون بعيدة عن مكان الاستحمام حيث تخصص بريزة شفاط وأخرى للسخان بدائرة مستقلة، علماً بأن هذا يمنع تماماً فى النظام الإنجليزى.

٢- غرف النوم: يجب وضع البرايز على جانبى السرير وينصح أيضاً بوضع بريزة بجوار مفتاح الإضاءة المجاور للباب.

وبخصوص غرف نوم الأطفال التى تحتوى على مكتب مذاكرة فينصح بوضع بريزة بجوار المكتب.

٣- غرف المعيشة: يجب وضع البرايز فى الأركان المختلفة للغرفة والمتوقع عدم استغلالها فى وضع الأثاث ، ويجب وضع بريزة فى الموضع المتوقع تخصيصه

للتلفزيون وبجوارها بريزة لهوائى التلفزيون . وينصح بوضع بريزة التليفون بعيدة عن أماكن البرايز الأخرى حتى لا يحدث شوشرة على التليفون (ارجع للفقرة ٧-٧) .

٤- **المطبخ**: يجب وضع بريزة بجوار الثلاجة وأخرى بجوار الشفاط واثنين أعلى مكان العمل داخل المطبخ، كما يجب تخصيص بريزة بدائرة مستقلة للموقد الكهربى إن وجد ، وينصح بوضع هذه البريزة على ارتفاع 45cm بجوار الموقد وتخصيص بريزة بدائرة مستقلة لسخان الماء.

والجدير بالذكر أن ارتفاع البرايز المستخدمة داخل المنشآت السكنية ينصح بأن يتراوح ما بين 110:135Cm خصوصاً فى أماكن تواجد الأطفال وإن كان النظام الأمريكى ينصح بأن يكون ارتفاع البرايز 45Cm من سطح الأرض .

٨ / ٤ - الأحمال الكهربية الثابتة :

هناك طريقتان لتوصيل الأحمال الكهربية الثابتة وهما كما يلى :

١ - التوصيل بمفتاح قطبين بلمبة بيان .

٢ - التوصيل ببريزة مزودة بمفتاح (بريزة إنجليزية) .

وبالنسبة للأحمال التى قدراتها تصل إلى 3KW أو أكثر، وتعمل لفترات طويلة مثل: سخانات الماء فيجب تخصيص قاطع وقاية لكل حمل فى لوحة التوزيع.

فى حين أن الأحمال الصغيرة مثل: الساعات الكهربية وماكينات الحلاقة والشفاطات فيمكن توصيل برايزها مع أحد دوائر البرايز أو دوائر الإضاءة .

٨ / ٤ / ١ - سخانات الماء :

يوجد نوعان مشهوران من سخانات الماء المستخدمة فى المنازل وهما :

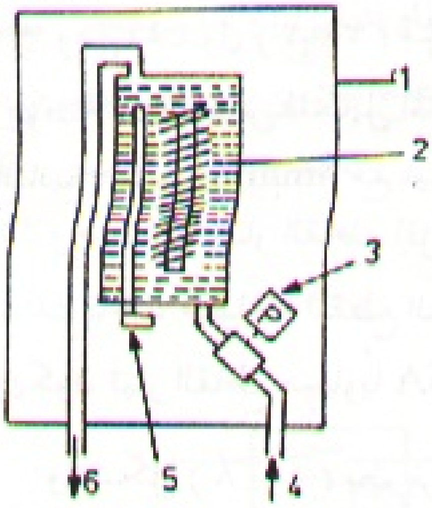
١ - سخانات الماء اللحظية Instantaneous .

٢ - سخانات الماء ذات الخزان المفتوح Open Storage heaters .

أولاً - سخانات الماء اللحظية

تعتمد نظرية عمل سخانات الماء اللحظية على تسخين الماء عند مروره على عنصر التسخين، فمبجرد دخول الماء السخان فإن ضغط الماء سيغلق مفتاح كهربى

فتكتمل دائرة عنصر التسخين، ويقوم بتسخين الماء قبل خروجه من ماسورة الخروج. وتستخدم هذه السخانات بجوار دش الاستحمام في الحمامات أو بجوار حوض المطبخ في المطابخ وتتراوح قدرتها ما بين 3KW (سعة 1.5 لتر) أو 6KW (سعة 3 لتر). وبصفة عامة فإن سخانات الماء اللحظية تحتوى على ثرموستات للتحكم في درجة حرارة الماء الذى يتم تسخينه والشكل (٨ - ٤) يعرض مخططًا توضيحيًا لمكونات سخان الماء اللحظى.



الشكل (٨ - ٤)

حيث إن :

الغلاف	1
عنصر التسخين	2
مفتاح كهربى يعمل بفرق الضغط	3
الماء البارد	4
ثرموستات	5
الماء الساخن	6

وعادة يتم توصيل بريزة السخان اللحظى بكابل مستقل من لوحة التوزيع، ويخصص قاطع قطبين لهذا السخان تياره المقنن يعتمد على قدرة السخان.

والجدير بالذكر أنه في حالة زيادة المسافة بين لوحة التوزيع والسخان اللحظى عن 20m ينصح بأخذ مساحة المقطع التالية.

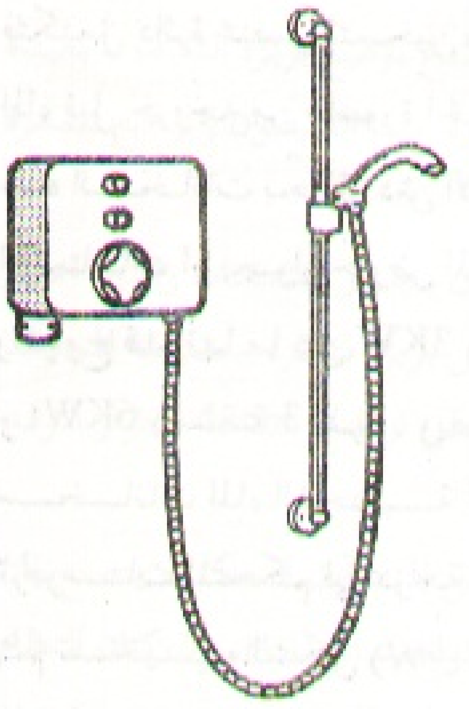
مثال :

سخان لحظى قدرته 6KW لذا فإن تياره يساوى

$$I = \frac{P}{U} = \frac{6000}{220} = 27.2$$

ومن الجدول (٢ - ٢) فإن مساحة مقطع موصلات النحاس للكابل المستخدم (المجموعة الثانية) يساوى $4mm^2$ مع تيار القاطع يساوياً 35A وحيث أن تيار القاطع أقل من تيار السخان لذلك نأخذ مساحة المقطع التالية وهى $6mm^2$ ويكون تيار القاطع مساوياً 35A .

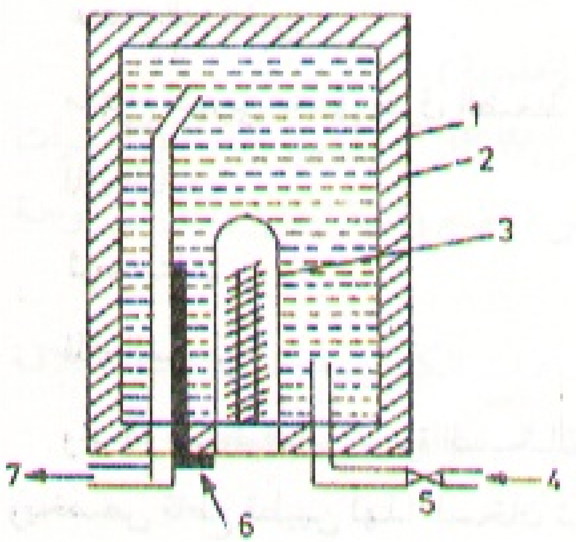
والشكل (٨ - ٥) يعرض نموذجًا لسخان لحظى يستخدم مع دش استحمام .



الشكل (٨ - ٥)

ثانيًا : سخانات الماء ذات الخزان المفتوح :

الشكل (٨ - ٦) يعرض مخططاً توضيحياً لمكونات سخان ماء بخزان مفتوح وتزود هذه السخانات بثرموستات للتحكم فى درجة حرارة التسخين .



الشكل (٨ - ٦)

حيث إن :

1 غلاف

2 عزل حرارى

3 شمعة التسخين

4 ماء بارد

5 صمام اتجاه واحد

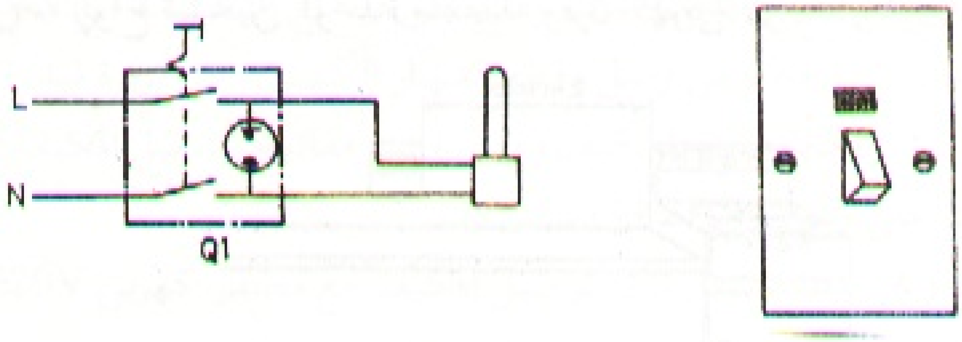
6 ثرموستات

7 ماء ساخن

وعادة ينصح بضبط درجة الحرارة عند درجة حرارة قصوى 70 C̊ ، وبالنسبة للأماكن التى تحتوى على ماء مالح يجب ألا تتعدى درجة الحرارة المعاير عليها الثرموستات عن 60 C̊ .

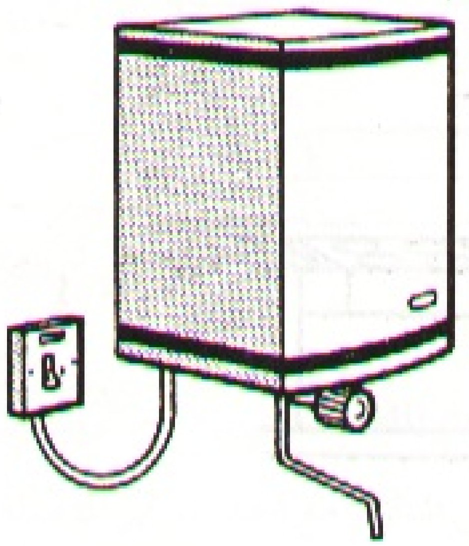
وبخصوص سخانات الماء ذات الخزان المفتوح التى قدراتها أقل من 3KW ينصح

بتوصيلها مباشرة مع بريزة بمفتاح مزودة بلمبة بيان (نظام إنجليزى) أما سخانات الماء ذات القدرات الأعلى من 3KW فيتم تغذيتها من مفتاح قطبين بلمبة بيان يوضع بجوار السخان والشكل (٨ – ٧) يوضح طريقة توصيل سخان بمفتاح قطبين Q_1 مزود بلمبة بيان (أ)، والمفتاح ذو القطبين (ب).



الشكل (٨ – ٧)

والشكل (٨ – ٨) يعرض نموذجًا لسخان بخزان مفتوح يتم تغذيته من مفتاح قطبين بلمبة بيان.



الشكل (٨ – ٨)

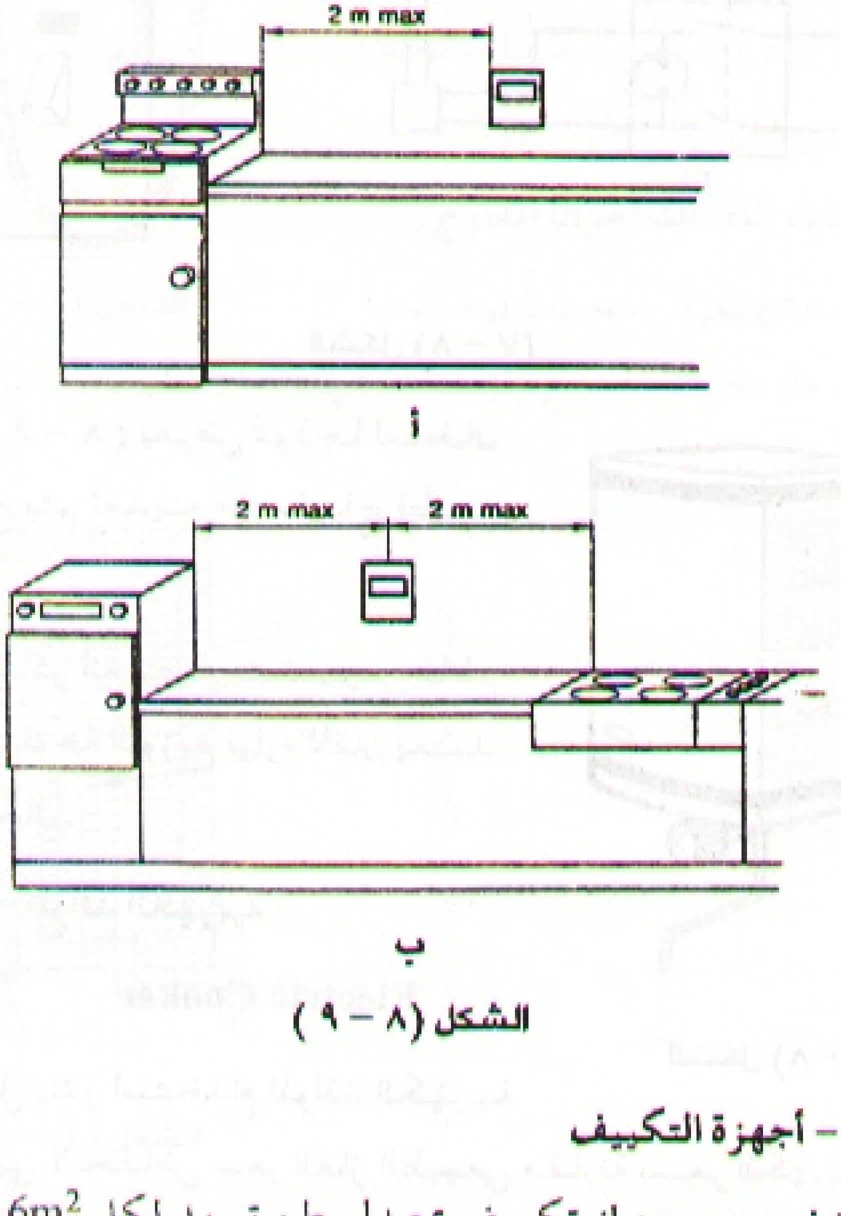
والجدير بالذكر أنه ينصح بتخصيص قاطع لكل سخان فى لوحة التوزيع تياره المقنن يعتمد على قدرة السخان.

٨ / ٤ / ٢ – المواقد الكهربية

Electric Cooker

عادة يقل بل يندر استخدام المواقد الكهربية فى الوطن العربى لانخفاض سعر الغاز الطبيعى مقارنة بسعر الكهرباء. وعلى كل حال سنتناول فى هذه الفقرة بعض المعلومات المفيدة عن التمديدات الكهربية للمواقد الكهربية. حيث يتم تخصيص قاطع مستقل للمواقد الكهربية التى تصل قدراتها إلى 3KW أو أكثر، ويتم اختيار القاطع تبعًا لتيار الموقد الأقصى. وينصح عادة بالتحكم فى الموقد من مفتاح كهربى قطبين بلمبة بيان، يوضع على مسافة 2m

من الموقد لسهولة الوصول إليه عند نشوب حريق فى الموقد، ويمكن إمرار كابل من هذا المفتاح لنقطة تغذية الموقد التى تكون أسفل الموقد والتى قد تكون بريزة للمواقد الصغيرة أو علبة توصيل للمواقد الكبيرة. والشكل (٨ - ٩) يوضح طريقة وضع المفتاح المستخدم لوصل وفصل التيار الكهربى عن الموقد الكهربى المتكامل (الشكل أ)، والموقد الكهربى المقسوم (الشكل ب) ويتكون الموقد الكهربى المقسوم من موقد كهربى بأربعة ألواح تسخين كوحدة منفصلة وفرن كهربى كوحدة أخرى منفصلة.



أ

ب

الشكل (٨ - ٩)

٨ / ٤ / ٣ - أجهزة التكييف

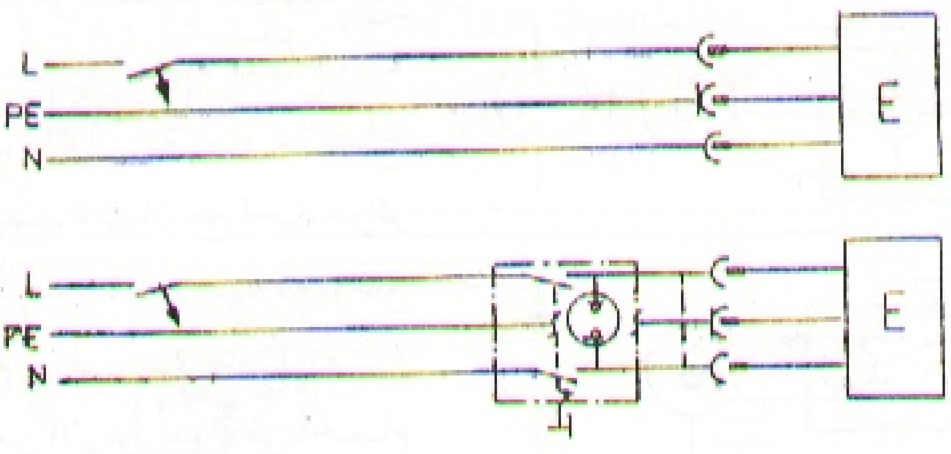
عادة يتم تخصيص جهاز تكييف بمعدل طن تبريد لكل $16m^2$ من المساحة؛ علمًا بان القدرة الكهربية لكل طن تبريد هو 1.5KW.

ويتم تخصيص قاطع دائرة مصغر لكل جهاز تكييف بحيث لا تقل قيمة التيار المقنن للقاطع عن قيمة التيار المقنن لجهاز التكييف.

ويوضع هذا القاطع المصغر فى لوحة التوزيع، ويكون هذا القاطع قطب واحد إذا كان جهد المصدر 220V، فى حين يكون هذا القاطع قطبين إذا كان جهد المصدر 127V.

ويوصل الكابل المرن للمكيف إما ببريزة قدرة إذا كان المكيف يمكن تشغيله وفصله مباشرة عندما يكون الشخص واقفًا على الارض، وإذا صعب ذلك ينصح بتخصيص مفتاح قطبين بلمبة بيان يوضع على ارتفاع 135 Cm من سطح الأرض بجوار المكيف ليتحكم فى وصل وقطع التيار الكهربى عن بريزة قدرة مجاورة للمفتاح توصل بالكابل المرن للمكيف، ويتم وضع مفاتيح تشغيل المكيفات الموجدة فى المكيفات على وضع ON بصفة مستديمة.

والشكل (٨ - ١٠) يبين طرق توصيل المكيف مع مصدر كهربى 220V.

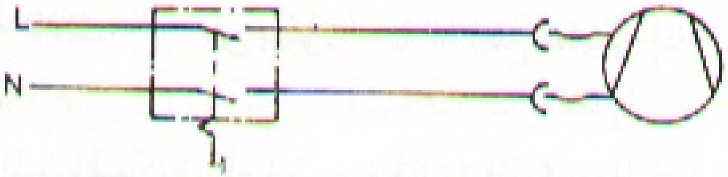


الشكل (٨ - ١٠)

٨ / ٤ / ٤ - الشفاطات والمراوح الكهربية ومضخات الماء:

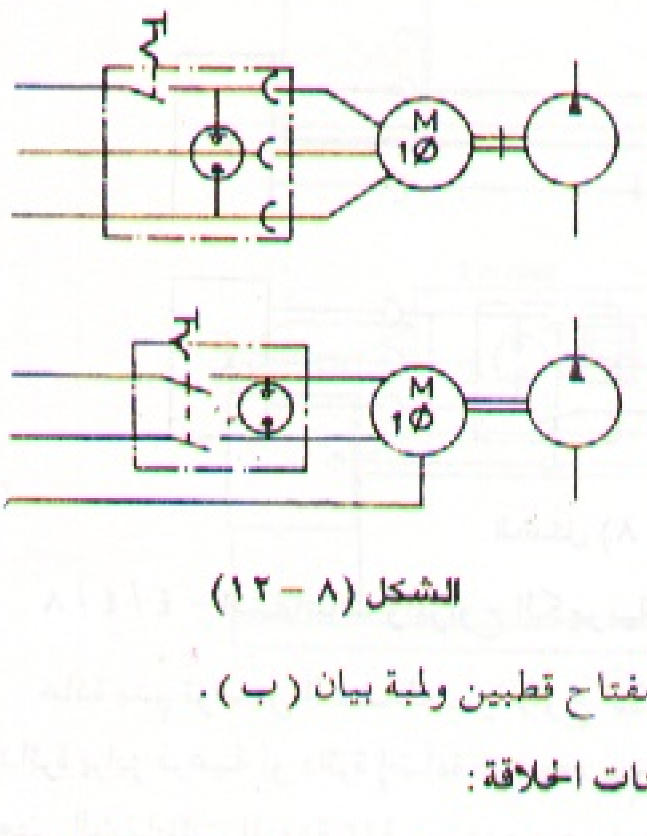
عادة يتم توصيل الشفاطات والمراوح الكهربية فى المنازل مع أحد البرايز المتصلة بدائرة برايز فرعية أو دائرة إضاءة فرعية، وبخصوص الشفاطات فتتوفر فى الأسواق بعض الشفاطات المزودة بمؤقت زمنى بحيث يعمل الشفاط بمجرد إضاءة الحمام ويظل يعمل لفترة تأخير معينة بعد إطفاء الحمام. وعادة فإن هذا النوع من الشفاطات مزود بمخطط التوصيل من قبل الشركة المصنعة. أما الشفاطات العادية فيتم توصيلها ببريزة بجوار الشفاط. والتحكم فيها بمفتاح قطبين يوضع بجوار مفتاح الإضاءة خصوصًا فى حالة الشفاطات غير المزودة بمفتاح بحبل.

والشكل (٨ - ١١) يبين مخطط توصيل شفاط بالمصدر الكهربى عبر بريزة ومفتاح قطبين.



الشكل (٨ – ١١)

أما مراوح السقف التى توضع عادة بغرف المعيشة فعادة يتم توصيل المروحة بمفتاح المروحة ذات المقاومات المتغيرة والذى يوضع بجوار مفتاح الإضاءة للغرفة، حيث يخصص لها علبة مفتاح منذ بداية الإنشاء. وتوصل مع أحد دوائر البرايز أو الإضاءة الفرعية.



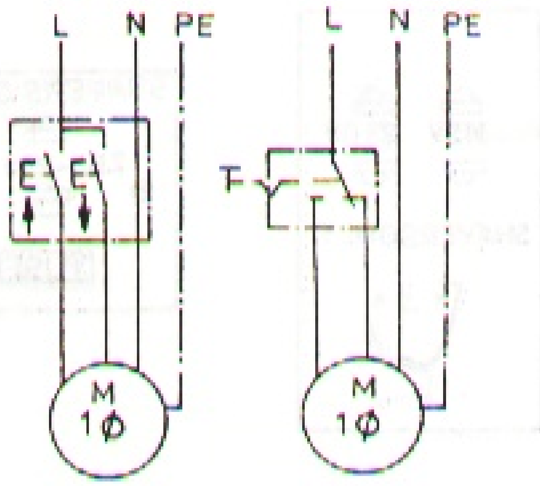
الشكل (٨ – ١٢)

وبخصوص محرك مضخة الماء بالمنزل فيوصل إما ببريزة بمفتاح ولمبة بيان (بريزة إنجليزية)، أو بمفتاح قطبين بلمبة بيان مع أحد دوائر البرايز أو الإضاءة الفرعية، ويوضع المفتاح أو البريزة على ارتفاع 135Cm من الأرض سواء فى الحمام أو المطبخ. والشكل (٨ – ١٢) يوضح طرق توصيل محرك مضخة الماء مع بريزة بمفتاح ولمبة بيان (أ)، ومع مفتاح قطبين ولمبة بيان (ب).

٨ / ٤ / ٥ – محركات الستائر وماكينات الحلاقة :

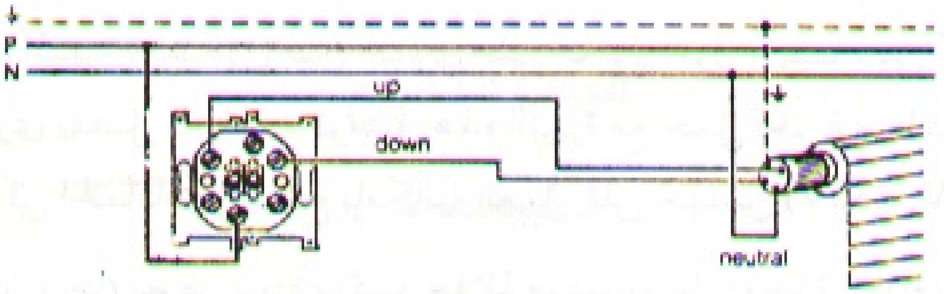
والشكل (٨ – ١٣) يعرض طرق التحكم فى محركات الستائر، فالطريقة الأولى المبينة بالشكل (أ) يستخدم فيها مفتاح تناوب للحصول على فتح كامل أو غلق كامل، والطريقة الثانية المبينة بالشكل (ب) يستخدم فيها ضاغطين، الأول لفتح الستارة، والآخر للغلق وذلك للحصول على أوضاع مختلفة للستارة.

ويتم تغذية محرك الستائر من دائرة برايز فرعية أو دائرة إضاءة فرعية.



الشكل (٨ – ١٣)

وعادة تقوم الشركات المصنعة للمفاتيح الكهربية بتوفير بعض المفاتيح والضواغط المزدوجة والمكتوب عليها فتح Open وغلق Close . والشكل (٨ – ١٤) يوضح طريقة توصيل محرك ستارة مع ضاغط مزدوج من إنتاج شركة Legrand الفرنسية .

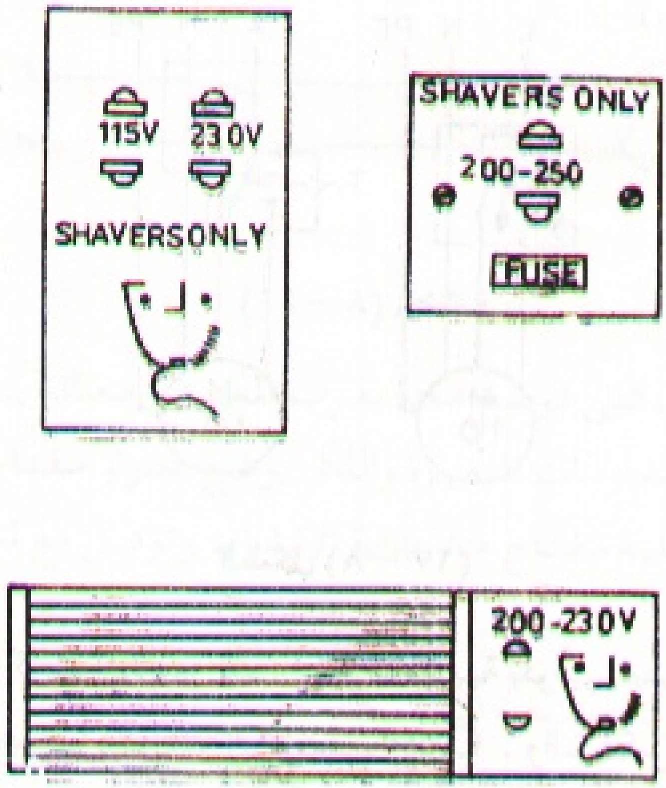


الشكل (٨ – ١٤)

ثانيًا – ماكينات الحلاقة :

يوجد ثلاثة أنواع من البرايز المستخدمة مع ماكينات الحلاقة مبينة بالشكل (٨–١٥) .

فالبريزة المبينة بالشكل (ب) لا تحتوى على محول عزل؛ ولذلك لا ينصح باستخدامها فى الحمامات، ولكنها تكون مزودة بقاطع زيادة حمل يفصل عند زيادة التيار المسحوب عن 200mA ، وبذلك لا يمكن استخدام هذه البريزة لتغذية أحمال أخرى، كما أنها تكون مزودة بمصهر 1A أيضًا.



الشكل (٨ – ١٥)

والبريزة المبينة بالشكل (ب) تحتوى على محول عزل وأيضًا فهى تحتوى على متمم حرارى يفصل ذاتيًا عند توصيل هذه البريزة مع حمل آخر غير ماكينة الحلاقة، وتستخدم فى الحمامات وتسمح بإمكانية العمل على جهدين (115V, 230V).

والشكل (جـ) يعرض بريزة ماكينة حلاقة موضوعة علي وحدة إضاءة، وهذا النوع من البرايز لا يسمح باستخدامه في الحمامات.

وبصفة عامة يتم تغذية برايز ماكينات الحلاقة من أحد دوائر البرايز أو الإضاءة الفرعية.

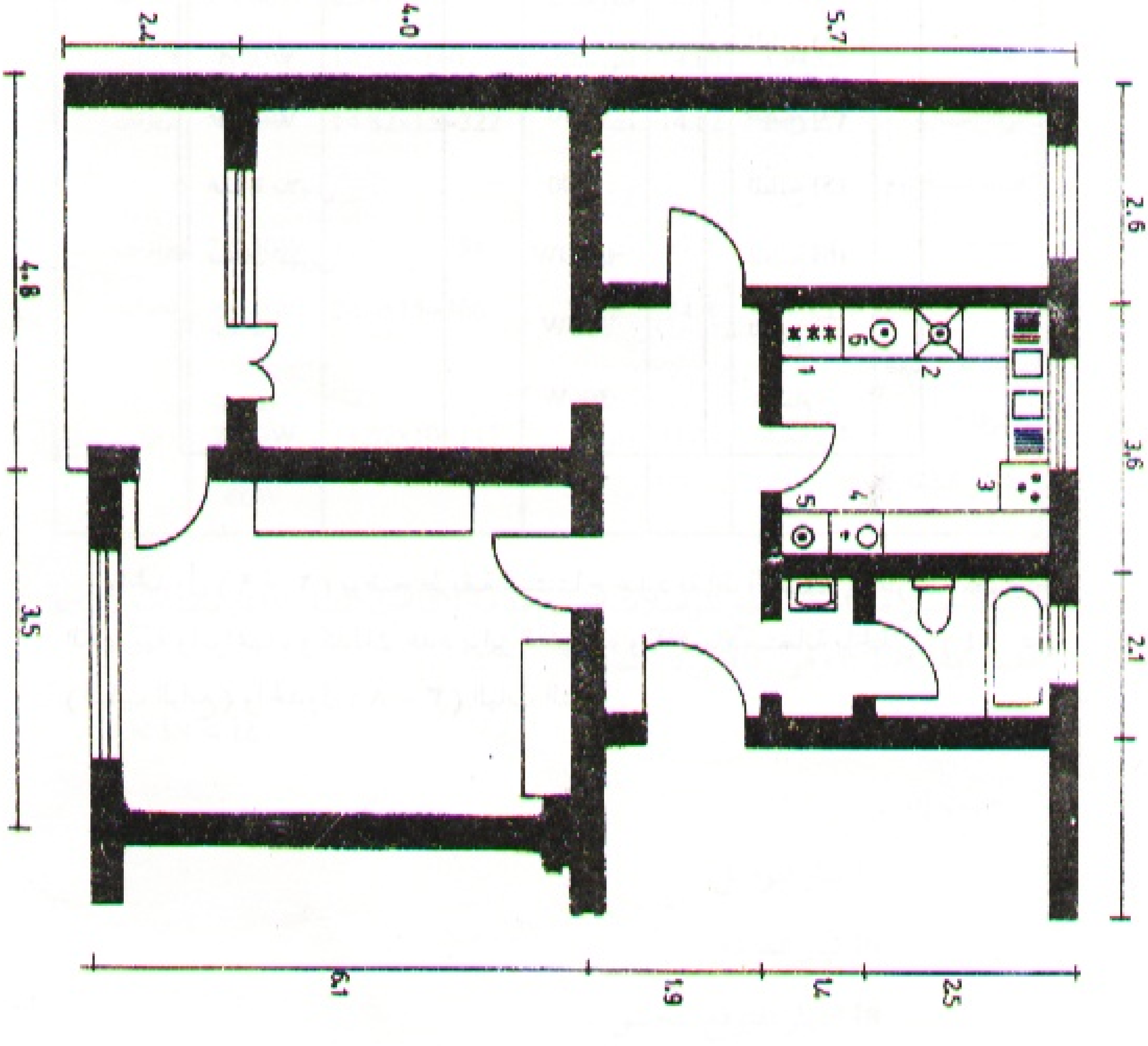
الباب التاسع

تطبيقــات

تطبيقـات

٩ / ١ - التطبيق الأول :

الشكل (٩ - ١) يعرض المسقط الأفقى لشقة تحتوى على ثلاث غرف ومطبخ وحمام وممر علماً بأن الأبعاد بالمتر وتغذى من مصدر كهربى ثلاثى الأوجه 220/380V .



الشكل (٩ - ١)

والجدول (٩ - ١) يعرض أهم الأجهزة الكهربية المتوقع استخدامها فى هذه الشقة.

الجدول (٩ - ١)

الجهاز	القدرة (W)	المكـــان
ثلاجة	437	المطبخ (1)
غسالة أطباق	3300	المطبخ (2)
موقد غاز	ــــ	المطبخ (3)
مجفف	2250	المطبخ (4)
غسالة ملابس	1500	المطبخ (5)
سخان كهربى	1000W	المطبخ (6)
شفاط	300W	المطبخ (7)
شفاط	300W	الحمام

والجدول (٩ - ٢) يوضح طريقة استنتاج عدد نقاط الإضاءة وقدرات المصابيح الكهربية وأنواعها، وكذلك عدد برايز الكهرباء وذلك بالاستعانة بالجدول (٤ - ٥) (الباب الرابع) والجدول (٨ - ٣) الباب الثامن.

الجدول (٩ – ٢)

المكان	الأبعاد m x m	المساحة m^2	نوع المصابيح	قدرة المصابيح W	عدد وقدرات المصابيح	عدد البرايز
الحمام	2.1x2.5	5.25	متوهج	5.2x15=178	100W	
مكان حوض الغسيل	1.4x2.1	2.94	متوهج	2.94x15=44	60W	بريزة لماكينة الحلاقة
ممر	4.7x1.9	8.93	فلورسنت	8.9x7=62	2 x 40W	بريزتين
مطبخ	3.9x3.9	14.04	فلورسنت	14x10=140	4x40W	4 برايز
غرفة أطفال	2.8x2.7	14.82	متوهج	14.82x15=222	4x60W	بريزتين
غرفة نوم رئيسية	4.3x4	17.2	متوهج	17.2x15=258	2x150W	بريزتين
غرفة معيشة	4x6.1	24.4	متوهج	24.4x15=366	6x60W	5 برايز
بلكونة (شرفة)	4.8x2.4	11.52	متوهج	11.52x10=115	2x60W	بريزة
مدخل الشقة					60W	

ولاختيار مساحة مقطع الموصلات المستخدمة وكذلك التيار المقنن للقواطع يجب تحقيق المعادلة 6.1 وهى كالآتى :

$$I_B < I_N < I_Z$$

حيث إن :

I_Z تيار الموصل

I_N تيار القاطع

I_B التيار المتوقع للحمل

ويستخدم فى ذلك الجدول (٢ – ٢) والجدول (٩ – ٣) يعطى مساحة مقطع

الموصلات وتيار القواطع المستخدمة فى الحماية إذا كان جهد الوجه 220V.

الجدول (٩ - ٣)

رقم الدائرة	الحمــل	القدرة (W)			القدرة الكلية W	تيار العمل IB(A)	تيار قطع IN(A)	مساحة مقطع mm^2
		أجهزة	إضاءة	برايز				
1	المجفف	2250	—	—	2250	10.2	16	2.5
2	غسالة أطباق	3300	—	—	3300	15	16	2.5
3	غسالة ملابس	1500	—	—	1500	6.8	10	1.5
4	سخان ماء	1000	—	—	1000	4.5	10	1,5
5	المطبخ (شفاط-اضاءة-برايز)	300	252	1000	1552	7.0	10	1.5
6	إضاءة وبرايز حمام ومكان الوضوء والممر ومدخل السلم	300	364	360	1024	4.6	10	1.5
7	إضاءة وبرايز غرفة نوم الأطفال	—	360	720	1060	4.8	10	1.5
8	إضاءة وبرايز غرفة النوم الرئيسية والبلكونة	—	540	900	1440	6.5	10	1.5
9	إضاءة وبرايز غرفة المعيشة	—	360	720	1080	4.9	10	1.5

والجدير بالذكر أن قدرة البريزة تأخذ مساوية 180W عدا بريزة المطبخ تأخذ 250W ،وقدرة وحدات الإضاءة الفلورسنت تأخذ مساوية 1.8 مرة من قدرة المصباح.

ولتوضيح ذلك سنأخذ على سبيل حساب القدرة الكلية لاحمال الدائرة رقم 5.

- قدرة أحمل الإضاءة

$P_l = 140 \times 1.8 = 252\ W$

قدرة البرايز

$$P_2 = 4 \times 250 = 1000W$$

– قدرة الشفاط

$$P_3 = 300W$$

– القدرة الكلية

$$P = 252 + 1000 + 300 = 1552W$$

ويمكن حساب القدرة الكلية لاحمال الشقة بجمع القدرات الكلية لاحمال الدوائر 1:9 والتي تساوى (14206 W) ، وبالتالى فإن أقصى تيار متوقع لاحمال الشقة يساوى

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U} = \frac{14206}{\sqrt{3} \times 380} = 21.5A$$

لذلك يمكن استخدام قاطع رئيسى ثلاثى الاوجه تياره 20A وكابل رئيسى خمسة قلوب من النحاس مساحة مقطع موصلاته $2.5mm^2$ (ارجع للجدول ٢ – ٢) كما أنه يمكن استخدام عداد ثلاثى الأوجه تياره 20A ومصهرات gL لحماية العداد 20A .

والجدير بالذكر أننا لم نهتم بتحقيق العلاقة التالية :

$$I_B < I_N < I_Z$$

وذلك باعتبار أن تيار الحمل المتوقع لن يصل إلى قيمته العظمى والتى تساوى 21.5A .

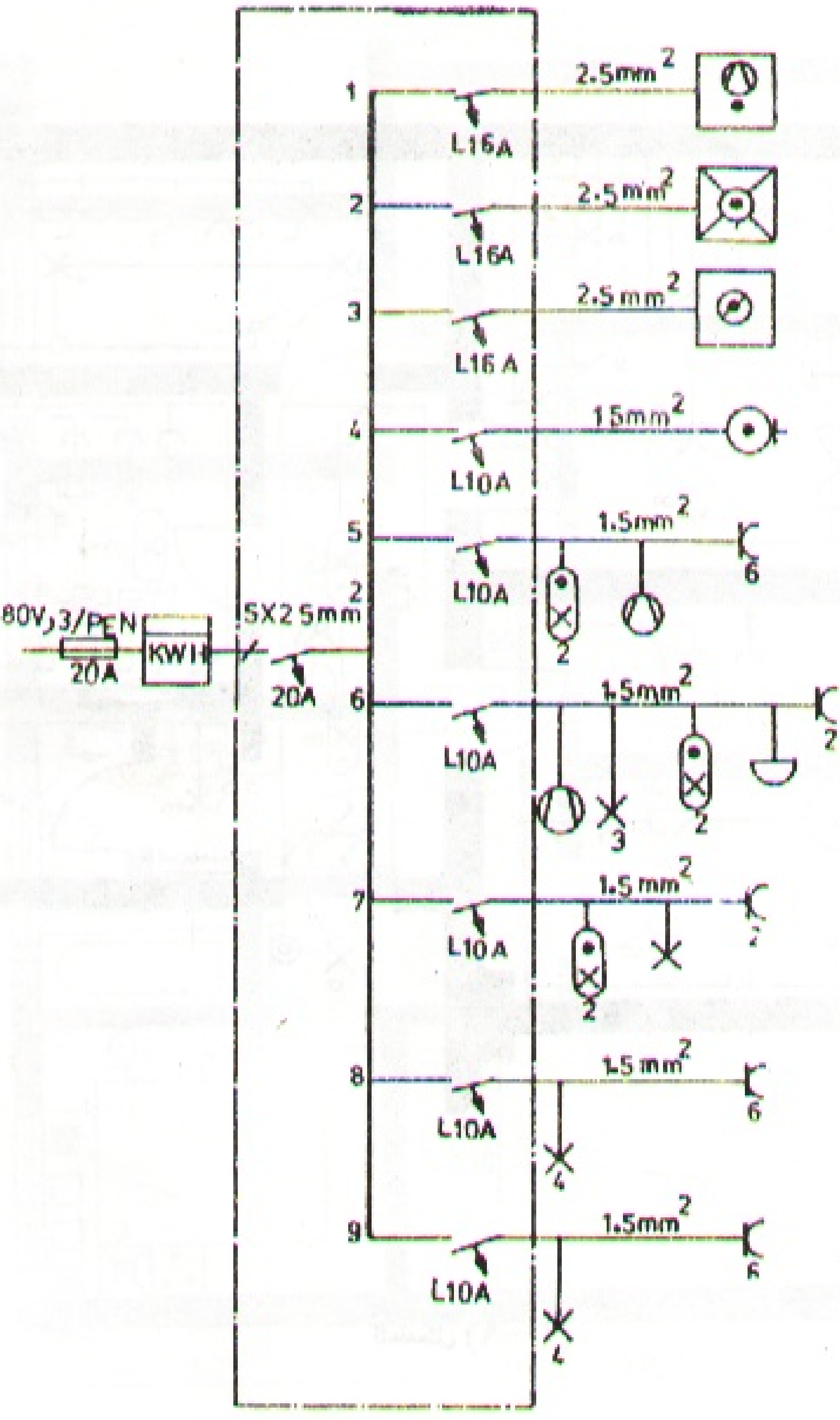
والجدول (٩ – ٤) يوضح طريقة توزيع الأحمال على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى 220/380V .

الجدول (٩ - ٤)

المكان	القدرة (W)			عدد المخارج			مساحة المقطع mm^2	القاطع			رقم القاطع	رقم الدائرة
	L3	L2	L1	متنوع	برايز	إضاءة		خواص	التيار	عدد الأقطاب		
المطبخ			2250	المجفف			2.5	L	16	1	1	1
المطبخ		3300		غسالة الأطباق			2.5	L	16	1	2	2
المطبخ	1500			الغسالة			1.5	L	10	1	3	3
المطبخ	1000			سخان			1.5	L	10	1	4	4
المطبخ			1550	شفاط	4	4	1.5	L	10	1	5	5
الحمام – غرفة الوضوء الممر – مدخل السلم	1024				2	5	1.5	L	10	1	6	6
غرفة نوم الأطفال			1060		4	4	1.5	L	10	1	7	7
غرفة النوم الرئيسية والبلكونة		1440			5	5	1.5	L	10	1	8	8
غرفة المعيشة	1080				4	2	1.5	L	10	1	9	9
قدرة حمل كل وجه	4604	4740	4860									
القدرة الكلية	14204											

والشكل (٩ – ٢) يبين مخطط توزيع التيار الكهربى للشقة التى بصددها؛ علماً بأن نظام التأريض المستخدم هو نظام TNCS (ارجع للفقرة ١–١٠–١).

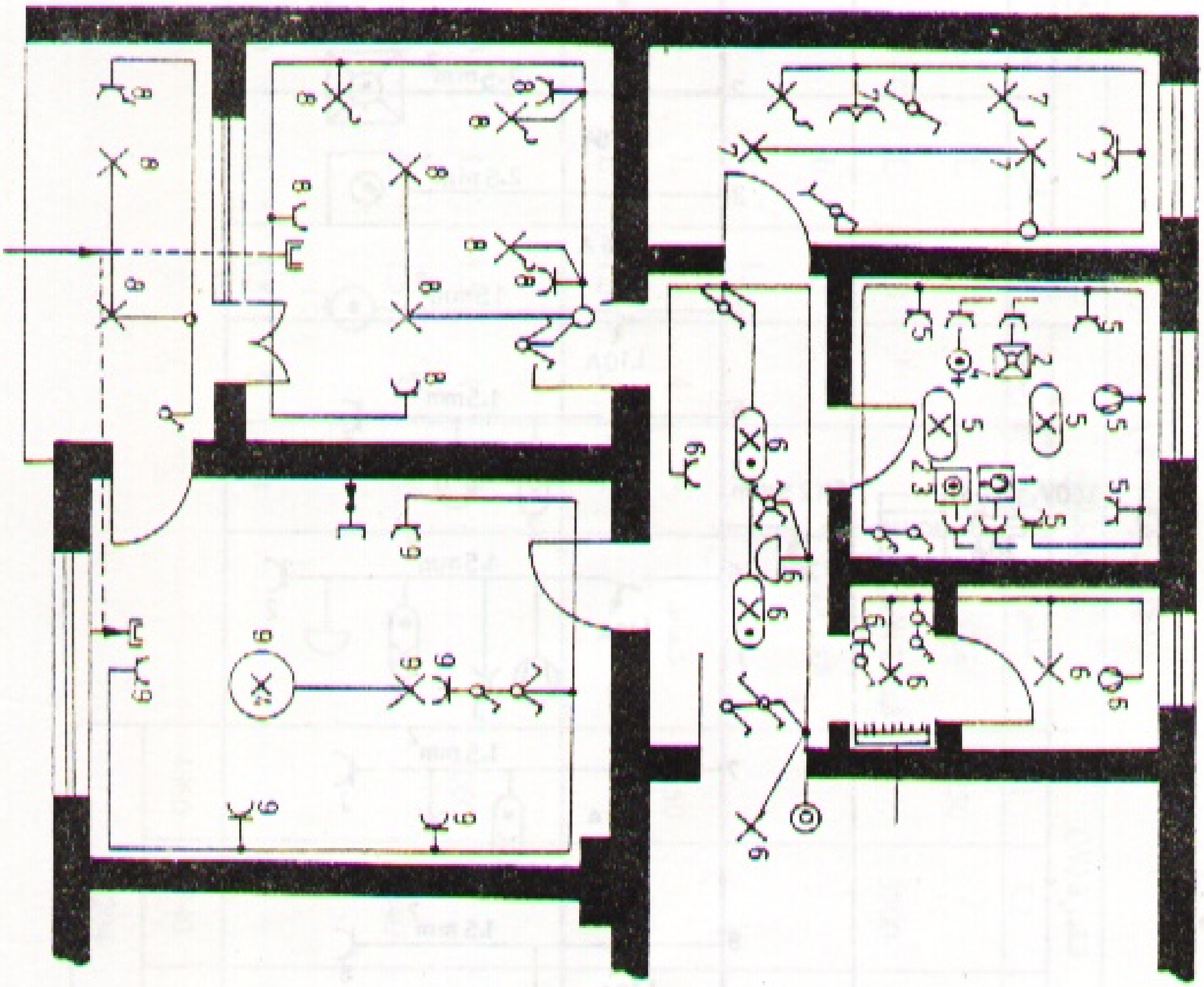
لوحة التوزيع



الشكل (٩ – ٢)

والشكل (٩ – ٣) يعرض الإضاءة والبرايز والأحمال على المسقط الأفقى المعمارى للشقة مستخدماً الرموز الألمانية .

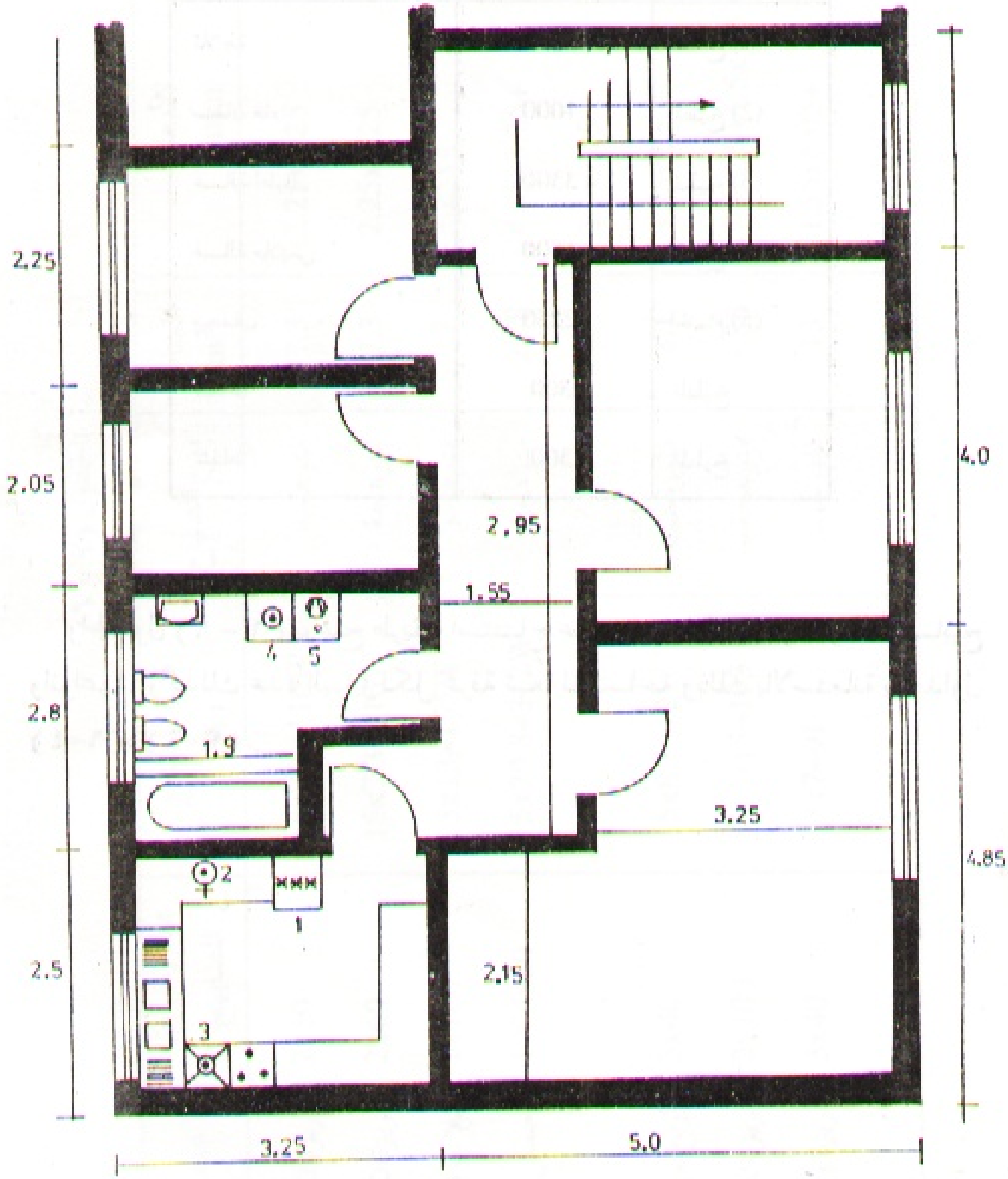
علماً بأنه قد وضعت بريزة تليفون وبريزة هوائى فى غرفة المعيشة، وكذلك بريزة هوائى فى غرفة النوم الرئيسية .



الشكل (٩ – ٣)

٩٠/ ٢ التطبيق الثاني:

الشكل (٩ – ٤) يعرض المسقط الأفقي لشقة تحتوى على أربع غرف وممر وحمام ومطبخ؛ علماً بأن الأبعاد بالمتر وتغذى من مصدر كهربى ثلاثي الأوجه 220/380V .



الشكل (٩ – ٤)

والجدول (٩ – ٥) يعرض أهم الأجهزة الكهربية المتوقع استخدامها فى هذه الشقة .

الجدول (٩ – ٥)

الجهـاز	القدرة (W)	المكان
ثلاجة	437	المطبخ (1)
سخان ماء	1000	المطبخ (2)
غسالة أطباق	3300	المطبخ (3)
غسالة ملابس	1500	المطبخ (4)
مجفف	2250	الحمام (5)
شفاط	300	المطبخ
شفاط	300	المطبخ

والجدول (٩ – ٦) يوضح طريقة استنتاج عدد نقاط الإضاءة وقدرات المصابيح وأنواعها، وكذلك عدد البرايز لكل غرفة تبعاً للمساحة وذلك بالاستعانة بالجداول (٤–٦)، (٦–٣) .

الجدول (٩ – ٦)

المكان	الأبعاد mxm	المساحة m^2	نوع المصباح	قدرة المصباح (W)	عدد وقدرات المصابيح	عدد البرايز
غرفة نوم 1	2.25x3.25	7.3	متوهجة	15x7.3=110W	2x60	بريزتان
غرفة نوم 2	2.25x3.25	7.3	متوهجة	15x7.3=110W	2x60	بريزتان
غرفة نوم رئيسية	3.25x4	13	متوهجة	15x13=195W	2x100	ثلاث برايز
غرفة معيشة	4.85x3.25+ 2.5x2.05	20.8	متوهجة	15x20.8=312W	1004x60	خمس برايز
مطبخ	3.25x2.5	8.1	فلورسنت	15x8.1=121	3x40	أربع برايز
حمام	1.9x2.8+1.5x1.3	8.86	متوهجة	8.86x15=133	2x100	بريزتان
ممر	1.55x6.05+ 1.3x2.85	13	فلورسنت	13x7=91	3x40	بريزة واحدة

والجدير بالذكر أنه سيتم إضافة بعض نقاط الإضاءة لإضاءة أسطح العمل مثل:

- نقطتا إضاءة لإضاءة رأس السرير فى غرفة النوم الرئيسية.
- نقطة إضاءة تعمل بحبل لإضاءة التسريحة فى غرفة النوم الرئيسية.
- نقطة إضاءة لإضاءة مرآة حوض الغسيل فى الحمام تعمل بحبل.
- نقطتا إضاءة لإضاءة رأس السراير فى كل غرفة نوم للاطفال.
- نقطة إضاءة عند باب الشقة.

ويمكن اعتبار أن جميع نقاط الإضاءة الإضافية متوهجة وقدرتها 60W.

كما أنه يخصص بريزة من برايز الحمام وبرايز المطبخ لشفاط قدرته 300W، ولاختيار مساحة مقطع الموصلات المستخدمة وكذلك التيار المقنن للقواطع يجب تحقيق المعادلة 6.1 ويستخدم فى ذلك الجدول (٢ – ٢).

والجدول (٩ – ٧) يعطى مساحة مقطع الموصلات وتيار القواطع المستخدمة فى الحماية عندما يكون جهد الوجه للمصدر الكهربى U = 220V.

الجدول (٩ – ٧)

رقم الدائرة	الحمـــل	القدرة (W) أجهزة	اضاءة	برايز	القدرة الكلية p (W)	تيار الحمل I_B (A) $I_B = \frac{p}{U}$	تيار القاطع I_N (A)	مساحة المقطع mm^2
1	السخان	1000			1000	4.5	10	1.5
2	غسالة الأطباق	3300			3300	15	16	2.5
3	غسالة الملابس	1500			1500	6.8	10	1.5
4	مجفف الملابس	2250			2250	10.2	16	2.5
5	برايز وإضاءة غرفة النوم الرئيسية		380	540	920	4.18	10	1.5
6	برايز وإضاءة غرفة المعيشة		340	900	1240	5.6	10	1.5
7	برايز وإضاءة المطبخ	300	516	750	1566	7.1	10	1.5
8	برايز وإضاءة الحمام والممر ومدخل المنزل	300	536	360	1196	5.4	10	1.5
9	غرفة أطفال 1	---	180	360	540	2.4	10	1.5
10	غرفة أطفال 2	---	180	360	540	2.4	10	1.5

وتجدر الإشارة إلى أن الجدول السابق أعد باعتبار أن قدرة البريزة تساوى 180W عدا برايز المطبخ تأخذ 250W، وقدرة وحدات الإضاءة الفلورسنت تأخذ مساوية 1.8 مرة من قدرة المصباح.

ويمكن حساب القدرة الكلية لأحمال الشقة بجمع القدرات الكلية لأحمال الدوائر 1:10 والتى تساوى 14052W , وبالتالى فإن أقصى تيار متوقع لأحمال الشقة يساوى

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U} = \frac{14052}{3 \times 380} = 21.2A$$

لذلك يمكن استخدام قاطع رئيسى ثلاثى الأوجه تياره 20A وكابل رئيسى خمسة قلوب من النحاس مساحة مقطع موصلاته $2.5mm^2$ (ارجع للجدول ٢-٢).

كما أنه يمكن استخدامه عداد ثلاثى الأوجه تياره 20A ومصهرات gL لحماية العداد 20A.

والجدير بالذكر أننا لم نهتم بتحقيق المعادلة 6.1 وذلك باعتبار أن تيار الحمل المتوقع لن يصل إلى قيمته العظمى والتى تساوى 21.2A.

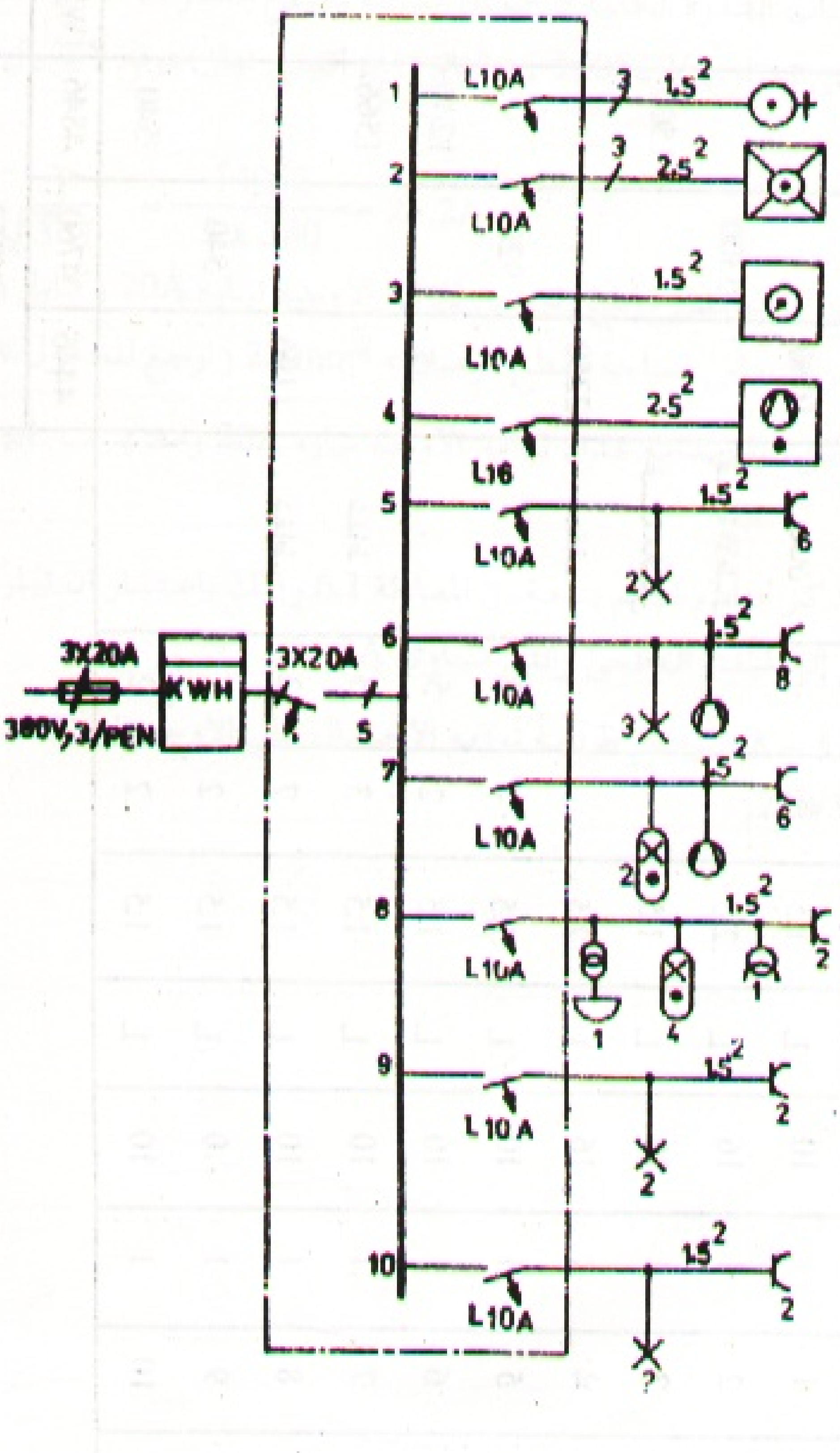
والجدول (٩ – ٨) يوضح طريقة توزيع الأحمال على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى 220/380V.

الجدول (٩ – ٨)

المكان	القدرة (W)			عدد المخارج			مساحة القطع mm^2	القاطع			رقم القاطع	رقم الدائرة
	L3	L2	L1	متنوع	برايز	إضاءة		خواص	التيار	عدد الأقطاب		
المطبخ			1000	السخان			1.5	L	10	1	1	1
المطبخ		3300		غسالة الأطباق			2.5	L	16	1	2	2
الحمام	1500			غسالة ملابس			1.5	L	10	1	3	3
الحمام			2250	مجفف			2.5	L	16	1	4	4
غرفة النوم الرئيسية		920			3	4	1.5	L	10	1	5	5
غرفة المعيشة	1240				5	2	1.5	L	10	1	6	6
المطبخ	1566			شفاط	3	3	1.5	L	10	1	7	7
الحمام – المدخل – ممر			1196	شفاط	2	7	1.5	L	10	1	8	8
غرفة نوم 1		540			2	2	1.5	L	10	1	9	9
غرفة نوم 2	540				2	2	1.5	L	10	1	10	10
قدرة حمل كل وجه(W)	4846	4760	4446									
القدرة الكلية (W)	14052											

والشكل (٩ – ٥) يبين مخطط توزيع التيار الكهربى للشقة التى بصددها؛ علماً بأن نظام التأريض المستخدم هو نظام TNCS (ارجع للفقرة ١-١٠-١).

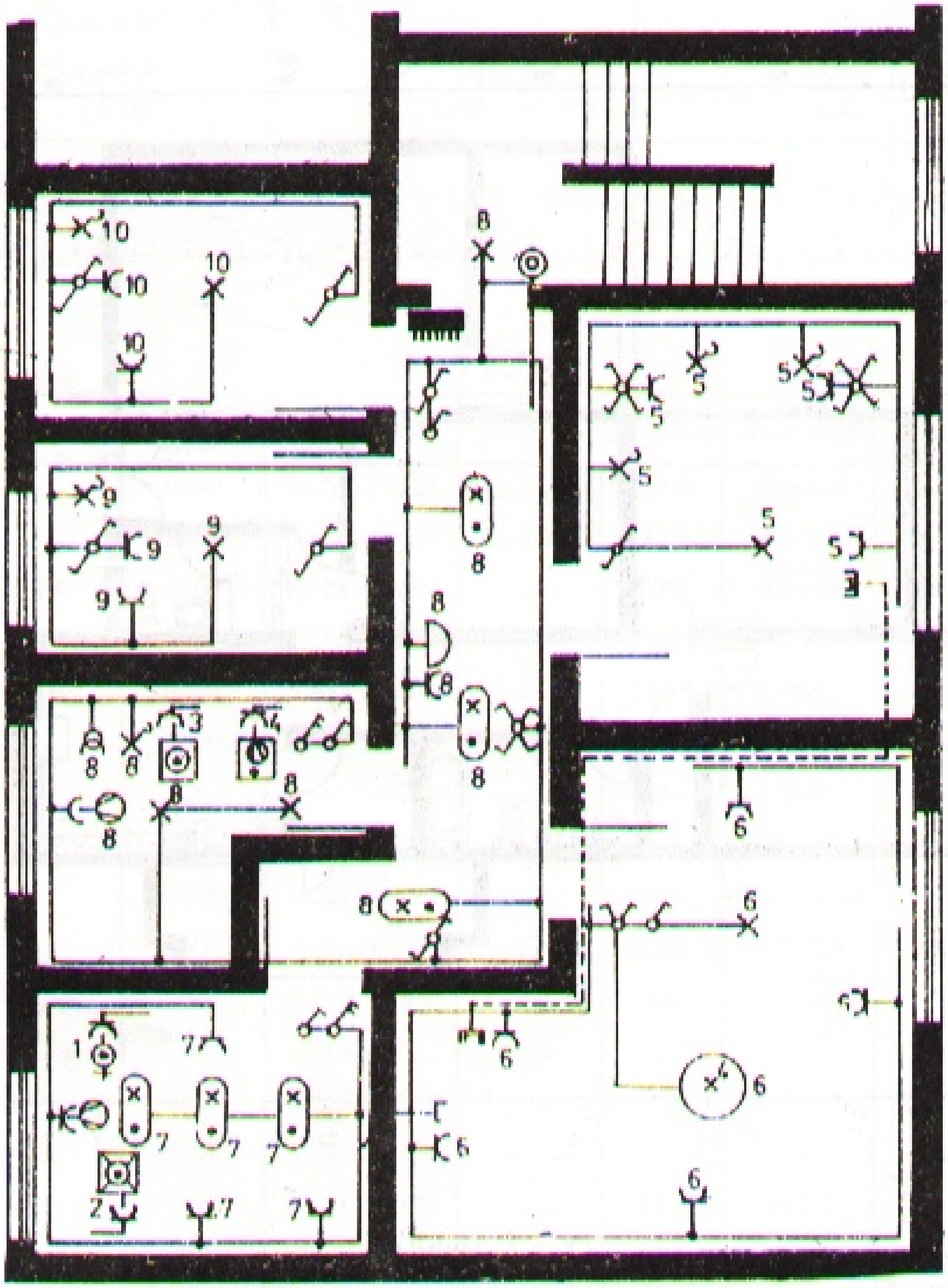
لوحة التوزيع



الشكل (٩ – ٥)

وتوضع جميع المفاتيح والبرايز على ارتفاع 130Cm، وتوضع جميع علب التفريع على ارتفاع 2.0m ،وتوضع جميع نقاط الإضاءة التى تعمل بحبل على ارتفاع 2m.
أما برايز التليفون وهوائى التلفزيون فتوضع على ارتفاع 40cm من الأرض.

والشكل (٩ – ٦) يعرض دوائر الإضاءة والبرايز والأحمال الكهربية على المسقط الأفقى المعمارى للشقة مستخدماً الرموز اللألمانية. علماً بانه قد وضع بريزة تليفون

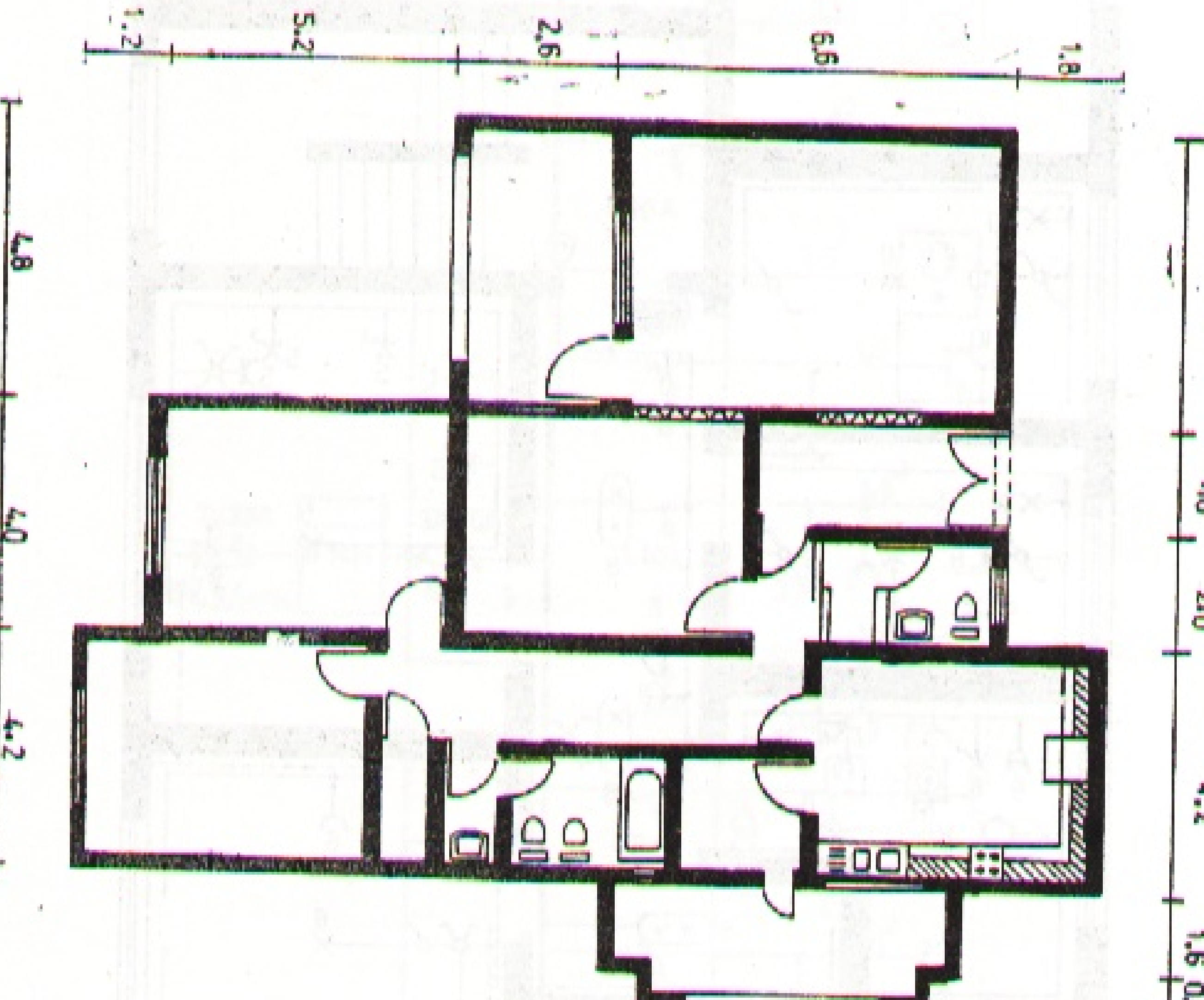


(الشكل ٩ – ٦)

وبريزة هوائى فى غرفة المعيشة، وكذلك بريزة هوائى فى غرفة النوم الرئيسية.

٩ / ٣ - التطبيق الثالث :

الشكل (٩-٧) يعرض المسقط الافقى لشقة تحتوى على أربع غرف وصالة وحمام وتغذى من مصدر كهربى ثلاثى الأوجه 220/380V؛ علما بأن الأبعاد المدونة على الشكل بالمتر.



(الشكل ٩ - ٧)

والجدول (٩-٩) يعرض أهم الأجهزة الكهربية المتوقع استخدامها فى هذه الشقة.

الجدول (٩-٩)

الجهاز	القدرة (W)	المكان
ثلاجة	437	مطبخ
غسالة ملابس	1500	غرفة غسيل
مجفف	2250	غرفة غسيل
مكيف	3000	مطبخ
مكيف	3000	غرفة معيشة
مكيف	2250	غرفة طعام
مكيف	1500	غرفة نوم 1
مكيف	1500	غرفة نوم 2

والجدول (٩-١٠) يبين طريقة استنتاج عدد المصابيح وقدراتهم وأنواعهم وكذلك عدد البرايز تبعاً لمساحة الغرف المختلفة وذلك بالاستعانة بالجداول (٤-٦)، (٦-٣).

الجدول (٩-١٠)

المكان	الأبعاد mxm	المساحة m^2	نوع المصباح	قدرة المصباح W	عدد وقدرات المصابيح	عدد البرايز
غرفة المعيشة	4.8x6.6	31.68	فلورسنت	31.68x7=221	6x40	5 أزواج
بلكونة 1	2.6x4.6	11.96	متوهج	11.96x10=120	2x60	–
غرفة الطعام	4.0x4.8	19.2	متوهج	19.2x10=192	4x60	4 أزواج
غرفة نوم 1	4x5.2	20.8	متوهج	20.8x15=315	6x60	5 أزواج
غرفة نوم 2	5.4x4.2	22.68	متوهج	22.68x15=343	6x60	4 أزواج
مدخل المنزل	1.8x4.4	7.92	متوهج	3.92x15=118	2x60	زوج
دورة مياه	2x2	4	متوهج	4x15=60	60	–
خزانة 1	2x1.2	2.4	متوهج	2.4x10=24	60w	–
صالة	1.8x7+1.1x2	14.8	متوهج	14.8x15=222	6x60w	زوج
خزانة 2	1.2x2.3	2.76	متوهج	2.76x10=27	60	–
حمام	2x2.4	4.8	متوهج	4.8x25=120	60	زوج برايز حلاقة
غرفة وضوء	2x1	2	متوهج	2x30=60	60	زوج برايز حلاقة
غرفة غسيل	2.2x2.2	4.84	متوهج	4.8x25=120	2x65	–
مطبخ	5x4.2	21	فلورسنت	21x10=210	4x65	4 أزواج
بلكونة 2	6x2.2	13.2	متوهج	13.2x10=132	2x60	–
الباب الخارجي					60	–

والجدول (٩-١١) يوضح طريقة تقسيم الأحمال على الأوجه المختلفة للمصدر.

الجدول (٩-١١)

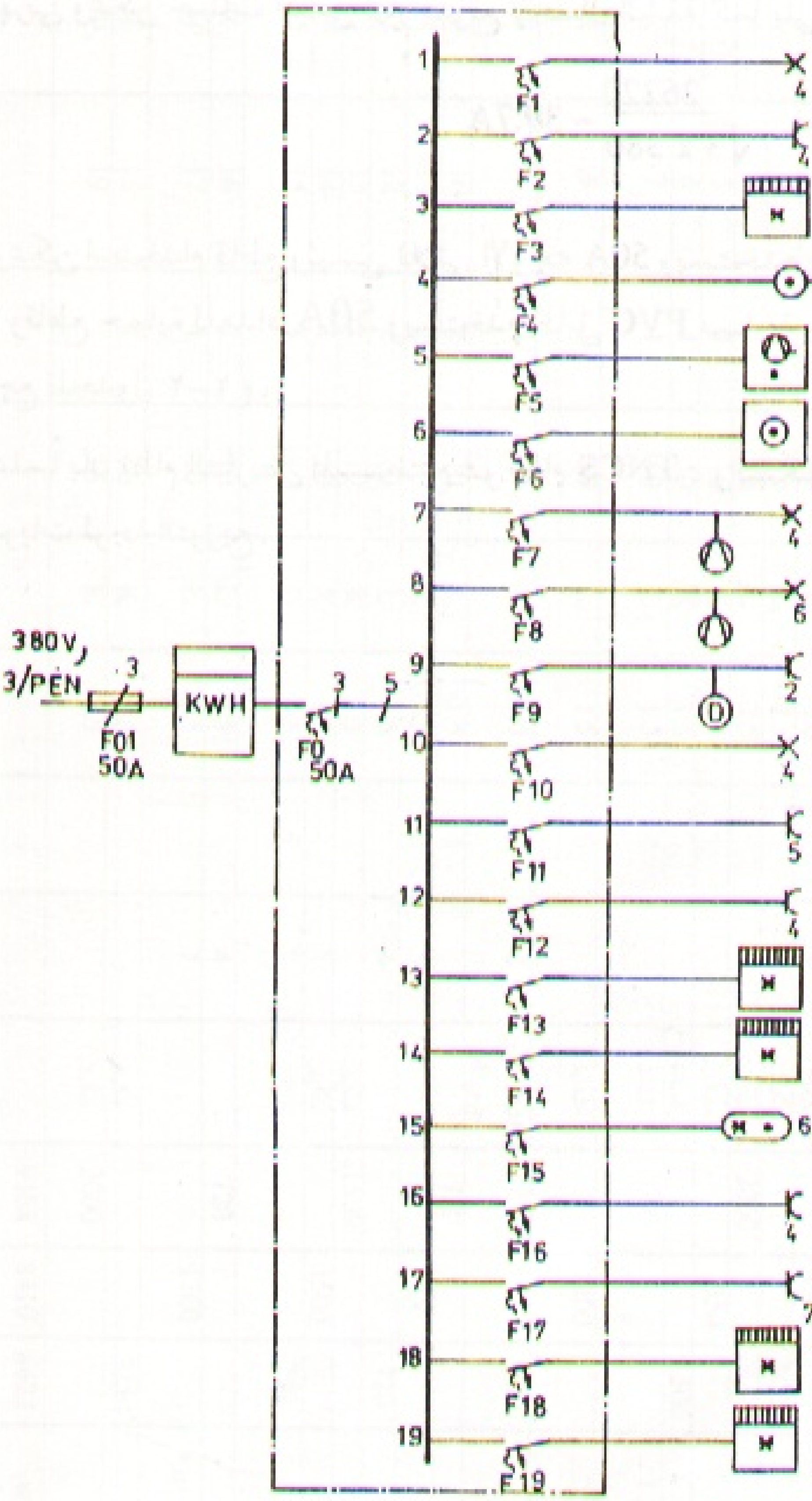
المكـــان	القدرة (W)			المخـــارج			مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطـــع			رقم القاطع	رقم الدائرة
	L_3	L_2	L_1	متنوع	برايز	إضاءة		خواصه	تيار القاطع A	عدد الأقطاب		
المطبخ – بلكون 2 غرفة غسيل			648			4	1.5	L	10	1	1	1
المطبخ		1300		شفاط	4		1.5	L	10	1	2	2
المطبخ	3000			المكيف			2.5	K	16	1	3	3
المطبخ			2000	سخان الماء			2.5	L	16	1	4	4
غرفة الغسيل		2250		مجفف			2.5	K	16	1	5	5
غرفة الغسيل	1500			غسالة			1.5	K	10	1	6	6
المدخل – دورة الماء – المخزن 1 – الباب الخارجي			600	شفاط		4	1.5	L	10	1	7	7
الصالة – مخزن 2 حمام – مكان وضوء		1200		شفاط		6	1.5	L	10	1	8	8
صالة – مكان وضوء	360			كاشف حريق جرس باب	2		1.5	L	10	1	9	9
غرف النوم			720			4	1.5	L	10	1	10	10
غرفة النوم 1		900			5		1.5	L	10	1	11	11
غرفة النوم 2	720				4		1.5	L	10	1	12	12
غرفة النوم 1			1500	مكيف			1.5	K	10	1	13	13
غرفة النوم 2		1500		مكيف			1.5	K	10	1	14	14
غرفة الطعام – معيشة – البلوكونة1	792					5	1.5	L	10	1	15	15
غرفة الطعام			720		4		1.5	L	10	1	16	16
غرفة المعيشة – المدخل – دورة الماء		1260			7		1.5	L	10	1	17	17
غرفة الطعام	2250			مكيف			2.5	K	16	1	18	18
غرفة المعيشة			3000	مكيف			2.5	K	16	1	19	19
قدرة حمل كل وجه (W)	8622	8410	9188									
القدرة الكلية (W)		26220										

ويلاحظ أن قدرة الأحمال موزعة بالتساوى تقريباً على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى ويمكن حساب أقصى تيار متوقع لأحمال الشقة كما يلى:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U} = \frac{26220}{\sqrt{3} \times 380} = 39.7A$$

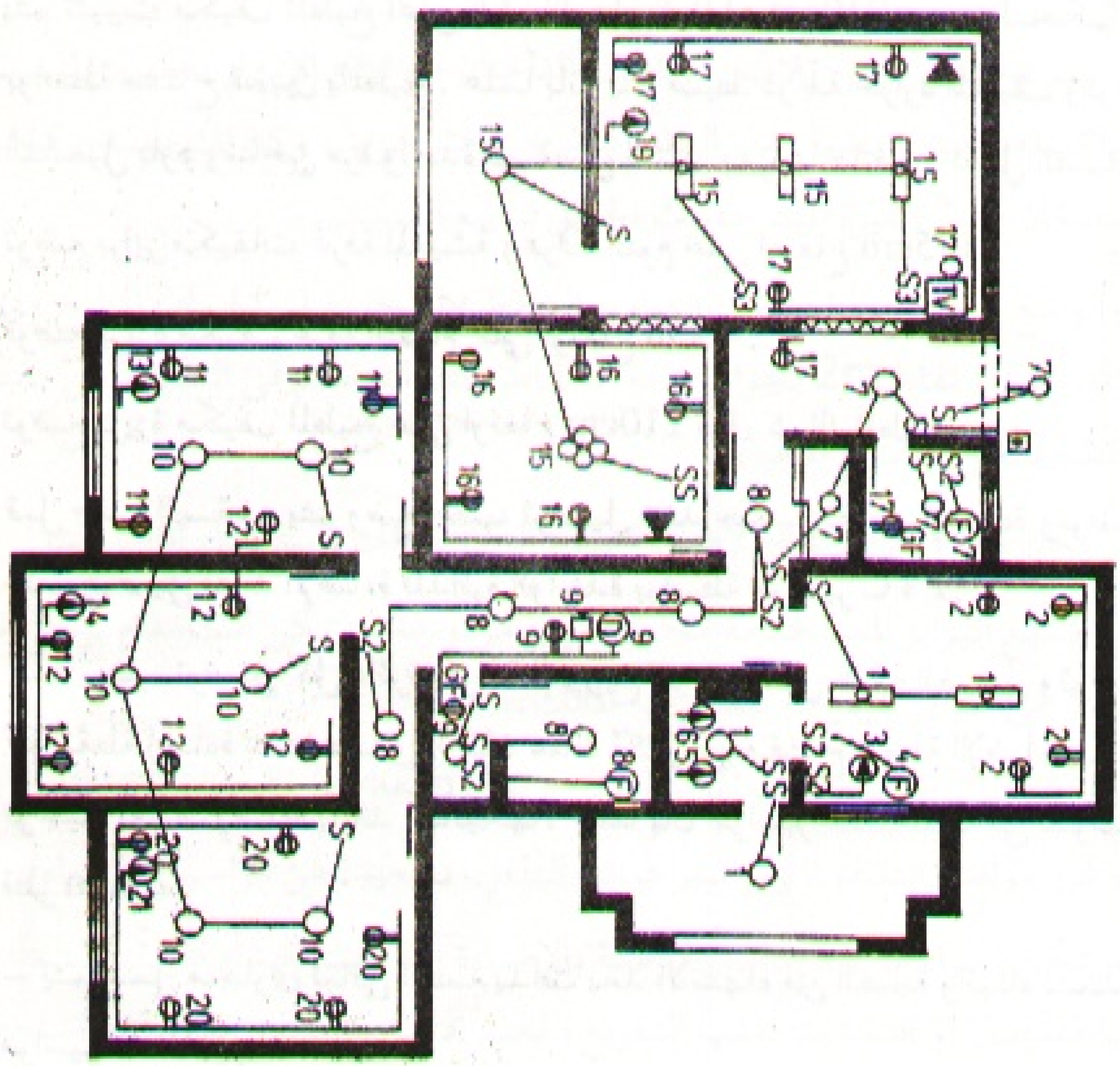
ويمكن استخدام قاطع رئيسى ثلاثى الأوجه 50A ويستخدم عداد ثلاثى الأوجه 60A وقاطع حماية للعداد 50A ويستخدم كابل PVC مساحة مقطعه $5x10mm^2$ (إرجع للجدول ٢-٢).

علماً بأن نظام التأريض المستخدم هو نظام TNCS . والشكل (٩-٨) يعرض محتويات لوحة التوزيع.


380V
3/PEN
3
F01
50A
KWH
F0
50A
3
5
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
F1
F2
F3
F4
F5
F6
F7
F8
F9
F10
F11
F12
F13
F14
F15
F16
F17
F18
F19
4
4
4
6
2
4
5
4
6
4
7

(الشكل ٩ – ٨)

والشكل (٩-٩) يعرض دوائر الإضاءة والبرايز والأحمال الكهربية على المسقط الافقى المعمارى للشقة مستخدما الرموز الالمانية. علماً بأنه قد وضع بريزة تليفون وبريزة هوائى فى غرفة المعيشة. وأيضاً بريزة تليفون فى غرفة الطعام.



(الشكل ٩ – ٩)

ملاحظات عند التنفيذ :

١ – توضع جميع المفاتيح على ارتفاع 135cm

٢ – توضع جميع البرايز على ارتفاع 135cm عدا بريزة الموقد فتوضع على ارتفاع 40cm فى المطبخ أسفل المكان المقترح للموقد.

٣ – يتم تثبيت مكيف غرفة المعيشة وغرف النوم على ارتفاع 175cm ويتم التحكم

فيها مباشرة بواسطة مفاتيحها .

٤ - يتم تثبيت مكيف غرفة الطعام أسفل الشباك على ارتفاع 20cm من الأرضى ويتم التحكم فيه مباشرة بمفاتيحه .

٥ - يتم تثبيت مكيف المطبخ أعلى الشباك على ارتفاع 210cm، ويتم التحكم فيه بواسطة مفتاح قطبين بالمطبخ . علماً بانه يتم ضبط درجة حرارة المكيف ونوعية التشغيل بارد وساخن مرة واحدة فى فصل الشتاء ومرة واحدة فى فصل الصيف .

٦ - توضع برايز مكيفات غرفة المعيشة وغرف النوم على ارتفاع 175cm .

٧ - توضع بريزة مكيف غرفة الطعام على ارتفاع 40cm .

٨ - توضع بريزة مكيف المطبخ على ارتفاع 210cm فوق شباك المطبخ .

٩ - قبل صب السقف يتم وضع علب توصيل عند جميع نقاط الإضاءة وتوصيل علب توصيل نقاط الإضاءة للدائرة الواحدة بواسطة مواسير PVC .

كما يجب توصيل كل دائرة بلوحة التوزيع الموجودة فى غرفة الغسيل وتوصيل كل نقطة إضاءة بمفتاحها وإذا كان هناك أكثر من مفتاح لنقطة الإضاءة يكفى توصيل نقطة الإضاءة بأحد مفاتيحها، علماً بأن المواسير المستخدمة فى التوصيل قطر 20mm .

١٠ - يتم عمل مجارى لباقى التمديدات بعد الأنتهاء من الصبة والبناء لتمديد مواسير PVC فى الحائط .

١١ - توضع لوحة التفريع من النوع المدفون فى الحائط فى غرفة الغسيل .

١٢ - توضع بريزتي تليفون أحدهما فى غرفة المعيشة، والأخرى فى غرفة الطعام كما هو مبين بالمخطط (٨-١٠) . ويتم تغذية مآخذ التليفونات من لوحة توزيع التليفونات فى كل دور بجوار باب الشقة .

١٣ - يوجد بريزة تليفزيون بغرفة المعيشة ويتم توصيلها مع الهوائى العام للعمارة .

١٤ - ينصح عادة بإدخال بريزة من غرفة النوم مع دائرة برايز غرفة الطعام، وكذلك إدخال بريزة من غرفة النوم 2 مع برايز غرفة النوم 1 وذلك من أجل استمرارية

الخدمة، ففى حالة فصل قاطع حماية برايز غرفة الطعام تظل إحدى برايز غرفة النوم 1 تعمل لانها تغذى من قاطع آخر ووجه آخر، وكذلك عند فصل قاطع غرفة النوم 2 تظل أحد برايز غرفة النوم 2 تعمل لأنها متصلة بقاطع غرفة النوم 1 وهكذا.

١٥ - يتم توصيل ريش تلامس كاشف الدخان مع نظام الإنذار بالحريق للمبنى بأكمله، حيث يعمل هذا النظام عند حدوث حريق، وكذلك يصدر كاشف الدخان صفارة مميزة عند حدوث الحريق لتنبيه السكان.

١٦ - توضع برايز كل الشفاطات (مراوح الشفط) الموجودة فى الحمام والمطبخ ودورة الماء على ارتفاع 2m بجوار فتحة الشفاط. يتم التحكم فى الشفاط من مفتاح قطبين بجوار مفتاح الإضاءة.

١٧ - يمكن زيادة نقاط إضاءة لإضاءة أسطح العمل وذلك باستخدام أباجورات.

١٨ - جميع البرايز المستخدمة مجوز (برايز مزدوجة) ويمكن استخدام برايز مفرد بدلاً من البرايز المزدوجة تبعاً لرغبة المالك.

١٩ - توضع برايز التليفون والتلفزيون على ارتفاع 40cm من الأرض.

٢٠ - تمر مواسير التليفون ومواسير هوائى التلفزيون بعيدا عن مواسير الكهرباء.

٢١ - يمكن إجراء التمديدات الخاصة بالإضاءة إما باستخدام طريقة التمديد بالحلقات، أو التمديد بعلب التفريع. فعند التمديد بالحلقات يجب استخدام علب سقف كبيرة تحت نقاط الإضاءة فى حين أن التمديد بعلب التفريع يحتاج لعلب تفريع كبيرة ومناسبة لكل غرفة.

٢٢ - يتم عمل أرضى خاص بالعمارة السكنية فى الأساس (ارجع للفقرة ١ - ٥).

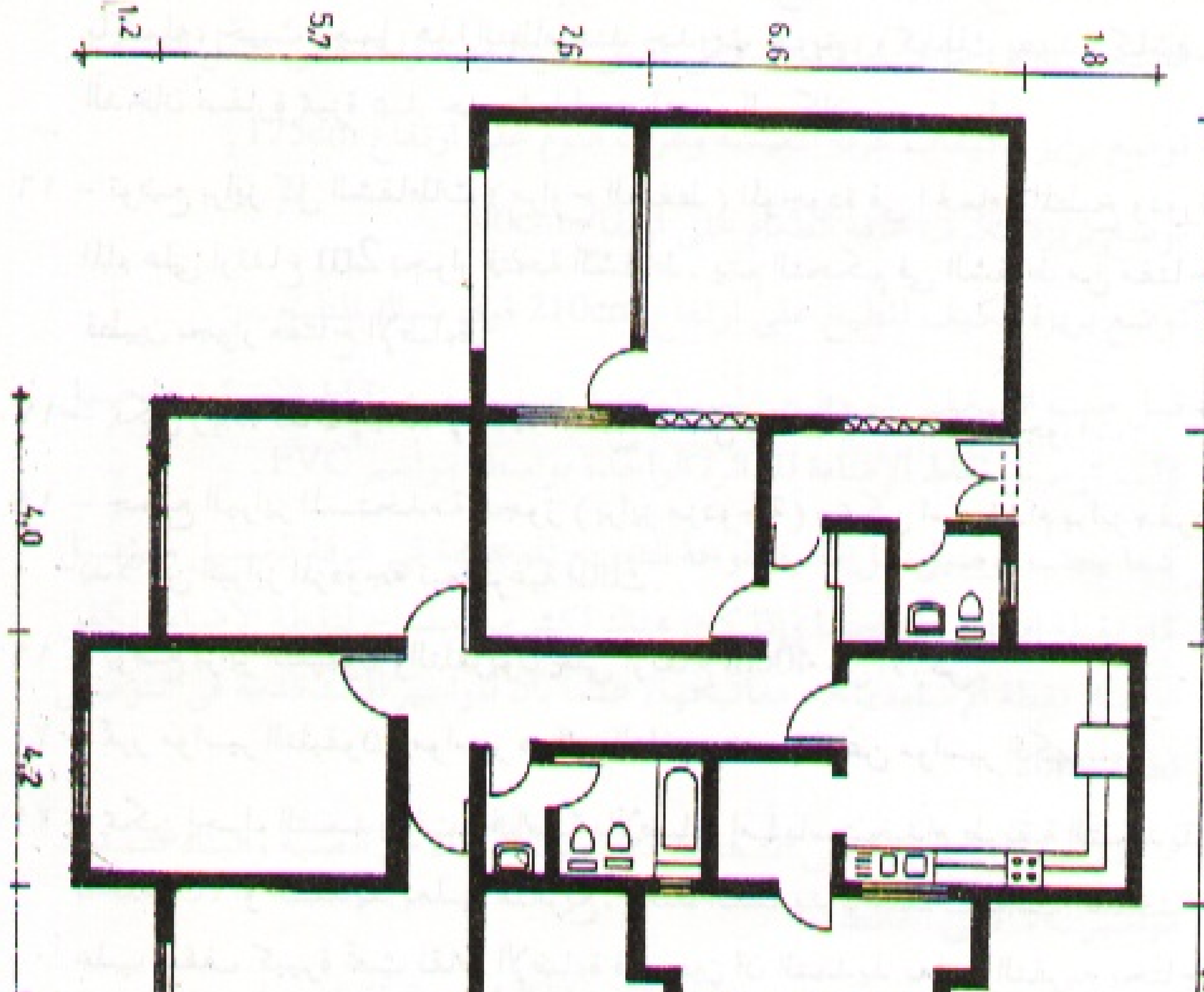
٢٣ - عادة تمر موصلات دوائر كل غرفة (إضاءة - برايز - متنوع) داخل ماسورة واحدة على سبيل المثال غرفة المعيشة فتمرر موصلات الدوائر 15,17,19 فى ماسورة واحدة وصولاً للوحة التوزيع ويستخدم فى ذلك مواسير PVC قطرها 20mm.

٢٤ - يأخذ فى الاعتبار قدرات جميع البرايز المستخدمة تساوى 180w عدا برايز

المطبخ فتأخذ قدراتها مساوية 250w .

٩ / ٤ – التطبيق الرابع

الشكل (٩–١٠) يعرض المسقط الأفقى لشقة خمس غرف وصالة تغذى من مصدر 127/220V (نظام أمريكى) . علماً بأن الأبعاد المدونة بالمتر.



(الشكل ٩ – ١٠)

والجدير بالذكر أن الأجهزة الكهربية المستخدمة فى هذه الشقة لاتختلف عن المستخدمة فى الشقة السابقة عدا إضافة مكيف فى غرفة النوم 2 قدرته 1500w .

والجدول (٩-١٢) يبين طريقة استنتاج عدد المصابيح وقدراتهم وأنواعهم وكذلك عدد البرايز تبعا لمساحة الغرف المختلف وذلك بالاستعانة بالجداول (٤-٦)، (٦-٣).

الجدول (٩ - ١٢)

المكان	الأبعاد mxm	المساحة m^2	نوع المصباح	قدرة المصباح W	عدد وقدرات المصابيح	عدد البرايز
غرفة المعيشة	4.8x6.6	31.68	فلورسنت	31.68x7=221	6x40	5 إزواج
بلكونة 1	2.6x4.6	11.96	متوهج	11.96x10=120	2x60	–
غرفة الطعام	4.0x4.8	19.2	متوهج	19.2x10=192	4x60	4 أزواج
غرفة نوم 1	4x5.2	20.8	متوهج	20.8x15=312	6x60	5 أزواج
غرفة نوم 2	5.4x4.2	22.68	متوهج	22.68x15=340.2	6x60	4 أزواج
مدخل المنزل	1.8x4.4	7.92	متوهج	3.92x15=58.8	2x60	زوج
دورة ماء	2x2	4	متوهج	4x15=60	60	–
خزانة 1	2x1.2	2.4	متوهج	2.4x10=24	60	–
صالة	1.8x7+1.1x2	14.8	متوهج	14.8x15=222	6x60	زوج
غرف نوم 3	4x5.4	21.6	متوهج	21.6x15=324	6x60	–
حمام	2x2.4	4.8	متوهج	4.8x25=120	2x60	
غرفة وضوء	2x1	2	متوهج	2x30=60	60	زوج برايز حلاقة
غرفة غسيل	2.2x2	4.84	متوهج	4.8x25=120	2x60	–
مطبخ	5x4.2	21	فلورسنت	21x10=210	4x65	4 أزواج
بلكونة 2	6x2.2	13.2	متوهج	13.2x10=132	2x60	–
الباب الخارجي					60	–

والجدول (٩-١٣) يوضح طريقة تقسيم الأحمال على الأوجه المختلفة للمصدر.

الجدول (٩ - ١٣)

رقم الدائرة	رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع A	القاطع: خواصه	مساحة مقطع الوصلات mm^2	المخارج: إضاءة	المخارج: برايز	المخارج: متنوع	القدرة (W): A	القدرة (W): B	القدرة (W): C	المكان
1	1	1	10	L	1.5	4			648			المطبخ - بلكون 2 غرفة غسيل
2	2	1	10	L	1.5		4			1300		المطبخ
3	3	2	16	K	2.5			شفاط التكييف			1500	المطبخ
4	4	2	10	L	1.5				1500			//
5	5	2	16	K	2.5			سخان الماء		1000	1000	المطبخ المطبخ
6	6	1	10	K	1.5			مجفف	1125	1125		غرفة الغسيل غرفة الغسيل
7	7	1	10	L	1.5	4		غسالة شفاط	600		1500	غرفة الغسيل
8	8	1	10	L	1.5	5						المدخل - دورة الماء - المخزن 1 - الباب الخارجي
9	9	1	10	L	1.5			شفاط		1140		الصالة - حمام - مكان وضوء
10	10	1	10	L			2	كاشف حريق جرس باب			360	صالة - مكان وضوء
11	11	1	10	L	1.5	4			1080			
12	12	1	10	L	1.5		5					غرف النوم
13	13	2	10	K	1.5		4			900	720	غرفة النوم 1 غرفة النوم 2
14	14	2	10	K	1.5			مكيف مكيف	750	750	750	غرفة النوم 1 غرفة النوم 2
15	15	1	10	L	1.5	5			750			
16	16	1	10	L	1.5		4			792		غرفة الطعام - معيشة - البلكونة2
17	17	1	10	L	1.5		7		1260		720	غرفة الطعام غرفة المعيشة - المدخل - دورة الماء

تابع الجدول (٩ - ١٣)

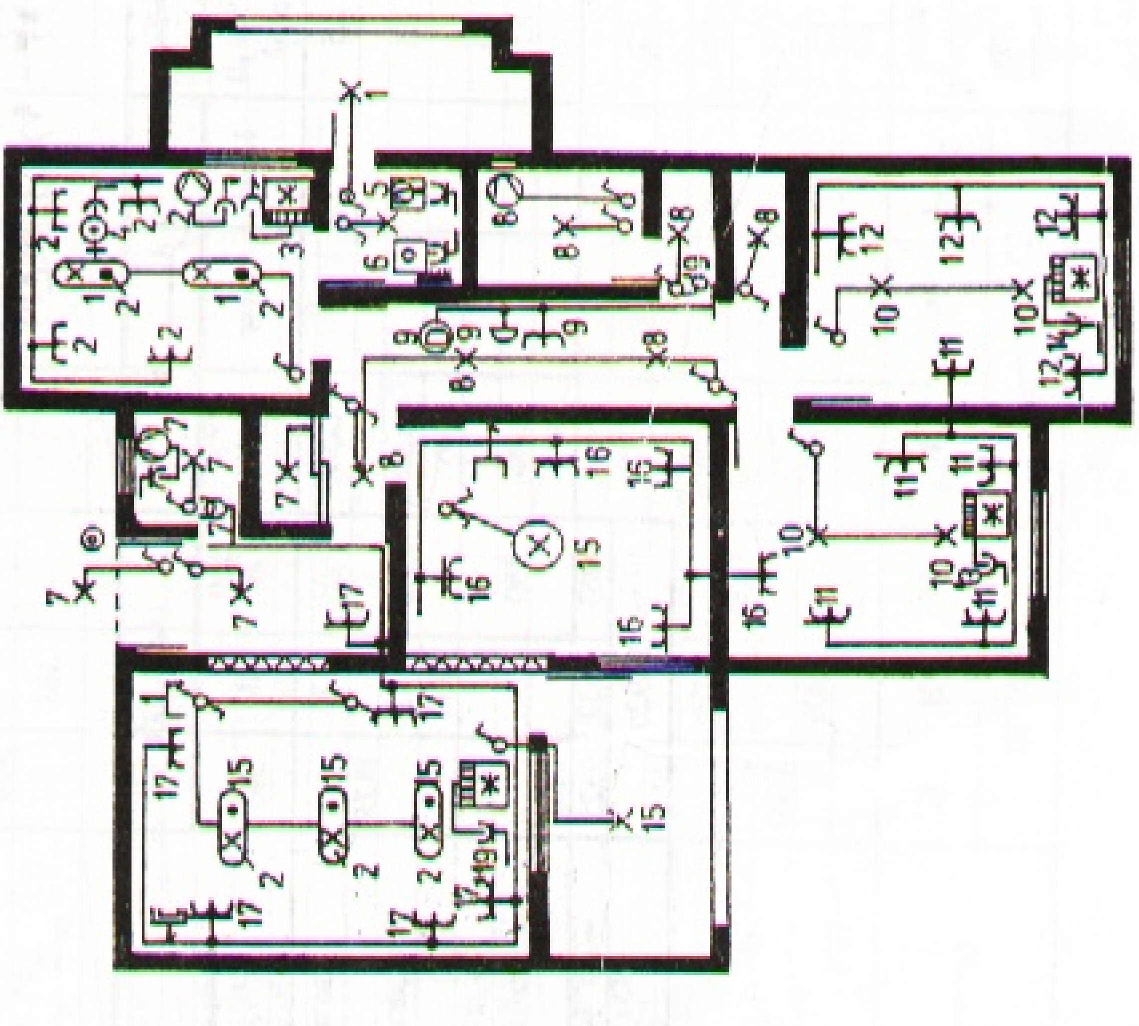
المكان	القدرة (w)			الخارج			مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطع			رقم القاطع	رقم الدائرة
	C	B	A	متنوع	برايز	إضاءة		خواصه	تيار القاطع A	عدد الأقطاب		
غرفة الطعام		1125		مكيف			2.5	K	16	2	18	18
	1125											
غرفة المعيشة			1500	مكيف			2.5	K	16	2	19	19
		1500										
غرفة النوم 3	900				5		1.5	L	10	1	20	20
غرفة النوم 3			750	مكيف			1.5	K	10	2	21	21
	750											
قدرة حمل كل وجه	9325	9632	9963									
القدرة الكلية	28920											

ويلاحظ أن قدرة الأحمال موزعة بالتساوى تقريباً على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى . ويمكن حساب أقصى تيار متوقع لأحمال الشقة كما يلى :-

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U} = \frac{28920}{\sqrt{3} \times 220} = 76A$$

ويمكن استخدام قاطع رئيسى للوحة التوزيع تياره المقنن 80A ويستخدم عداد ثلاثى الأوجه جهد تشغيله 220V وتياره 100A وكذلك يستخدم قاطع رئيسى لحماية العداد تياره المقنن80A .

ويستخدم كابل بعزل PVC مساحة مقطعة $5x25mm^2$ (ارجع للجدول ٢-٢) علماً بأن نظام التأريض المستخدم هو نظام TNCS (ارجع للفقرة ١ - ١٠ - ١) والشكل (٩-١١) يبين دوائر الإضاءة والبرايز والأحمال الكهربية على المسقط الأفقى المعمارى مستخدماً الرموز الأمريكية . علماً بانه قد وضع بريزة تليفون وبريزة هوائى فى غرفة المعيشة وأيضاً بريزة تليفون فى غرفة الطعام .



الشكل (٩-١١)

والجدير بالذكر أنه فى التمديدات المتبعة للنظام الأمريكى والمستخدم بكثرة فى دول الخليج العربى، تستخدم مواسير معدنية فى التمديد لذلك فلا حاجة لموصلات الوقاية PE . والجدول (٩-١٤) يعطى مقاسات الموصلات بوحدة AWG (مقاس الموصلات الأمريكية) ومكافئها mm^2 .

الجدول (٩-١٤)

مساحة المقطع AWG	16	14	12	10	8	6	4	2	1
مساحة المقطع mm^2	1.31	2.08	3.31	5.26	8.37	13.3	21.1	26.7	42.4

والجدول (٩-١٥) يعطى عدد الموصلات التى يمكن تمديدها فى مواسير من الصلب لها مقاسات مختلفة بالبوصة .

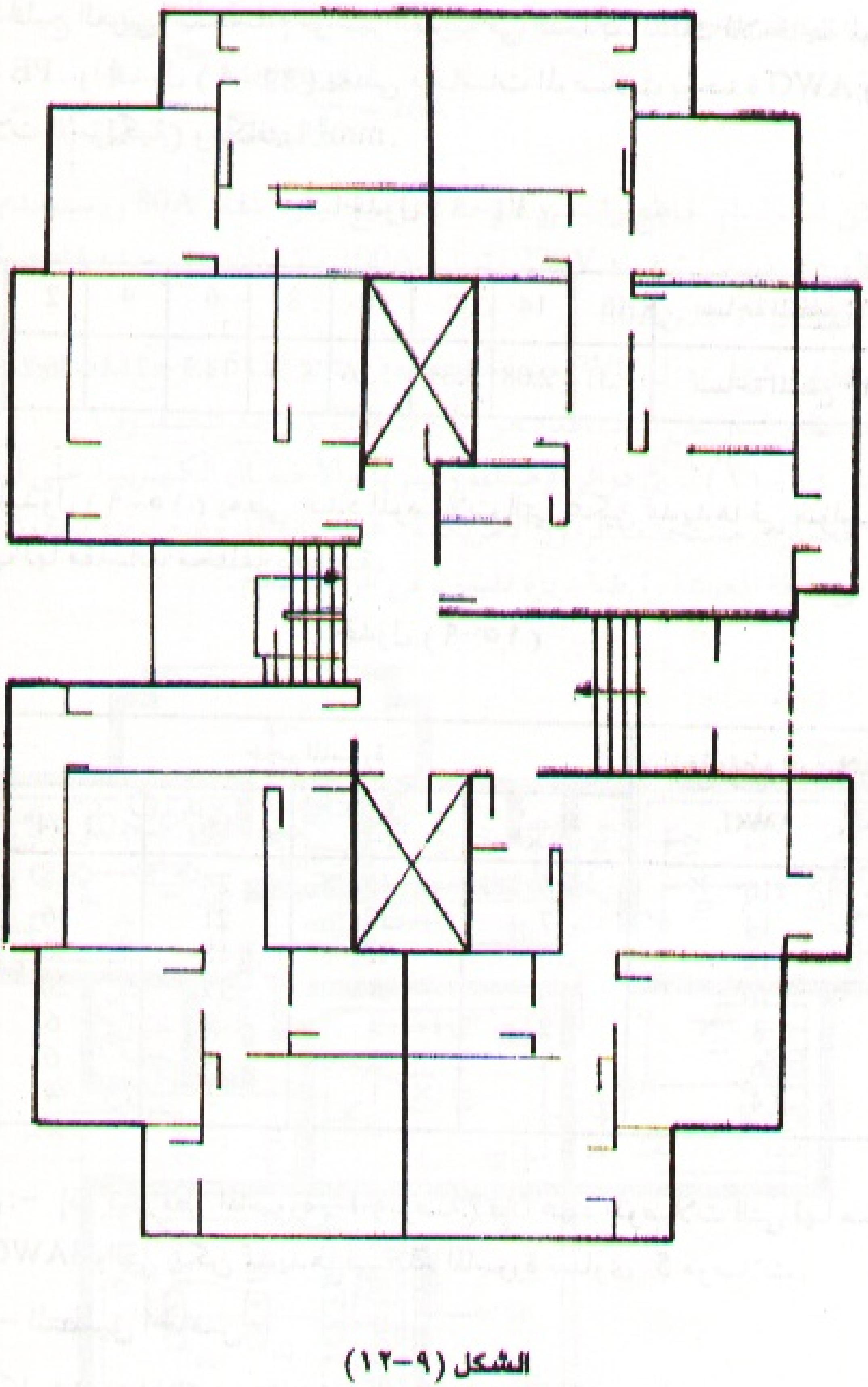
الجدول (٩-١٥)

مساحة مقطع الموصلات AWG	حجم الماسورة			
	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{4}$ "	1"	1 1/4"
16	8	15	24	42
14	7	13	21	36
12	6	10	18	30
10	4	6	12	20
8	2	3	5	6
6	1	2	4	6
4	1	1	3	4

مثال :- إذا كان قطر الماسورة "1 (بوصة) فإن عدد الموصلات التى لها مساحة مقطع 8AWG والتى يمكن تمديدها فى هذه الماسورة تساوى 5 موصلات .

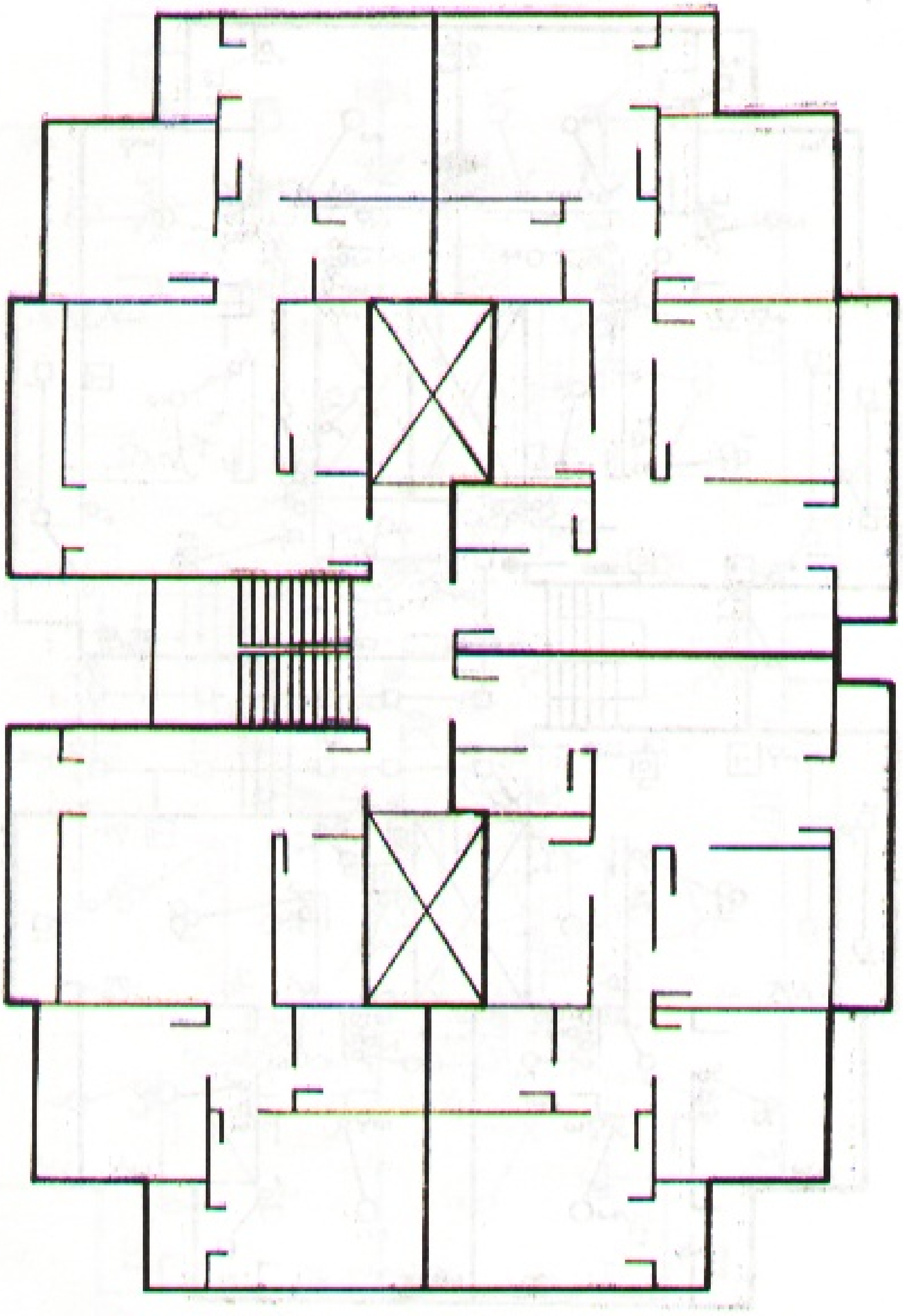
٩ / ٥ - التطبيق الخامس :

الشكل (٩-١٢) يعرض المسقط الأفقى المعمارى للدور الأرضى لعمارة إسكان متوسط فى إحدى المدن الجديدة بجمهورية مصر العربية، علما بأن هذه العمارة خمسة طوابق وبكل طابق أربع شقق .



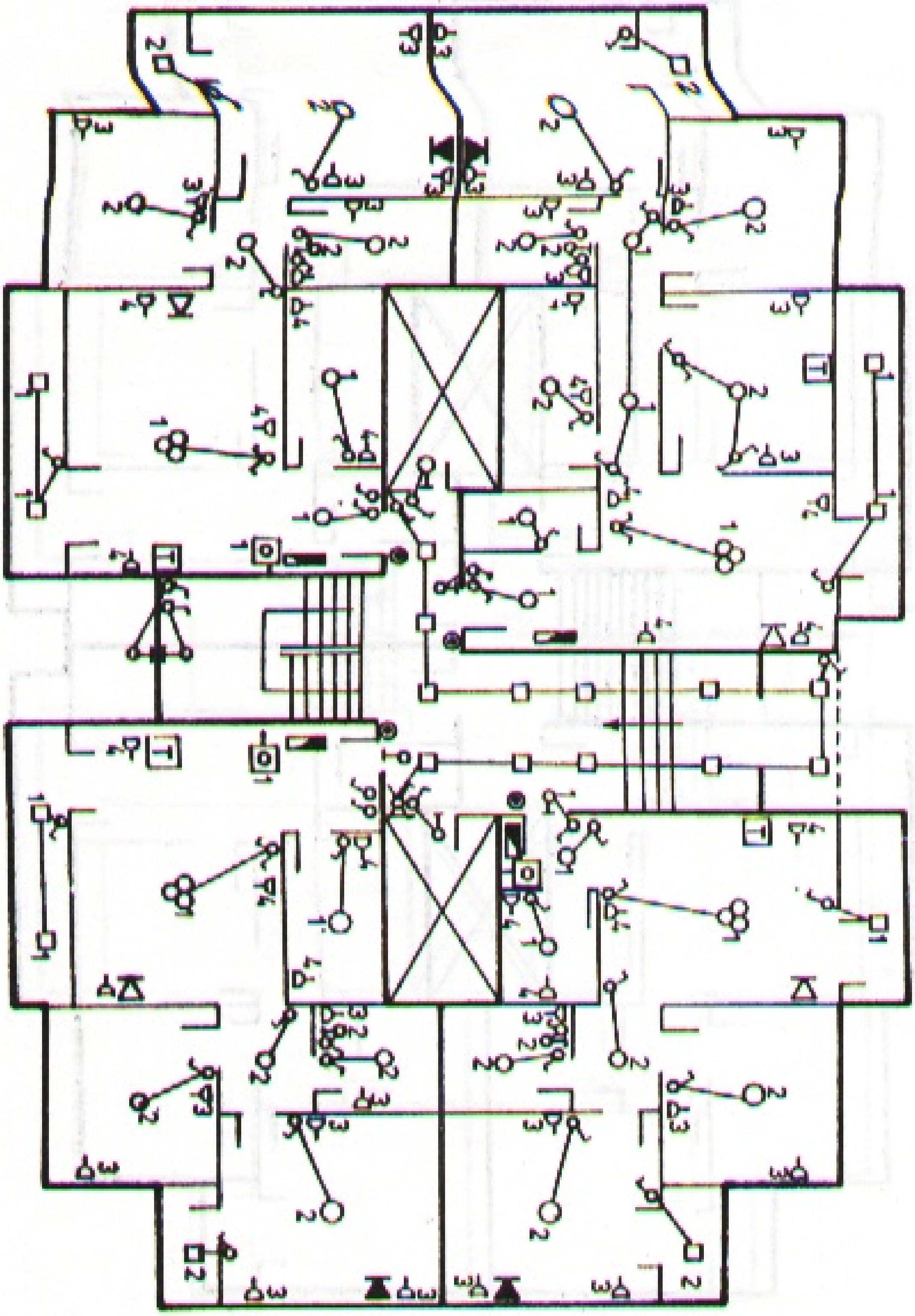
الشكل (٩-١٢)

أما الشكل (٩-١٣) فيعرض المسقط الأفقى المعمارى للدور المتكرر للعمارة التى بصددها.



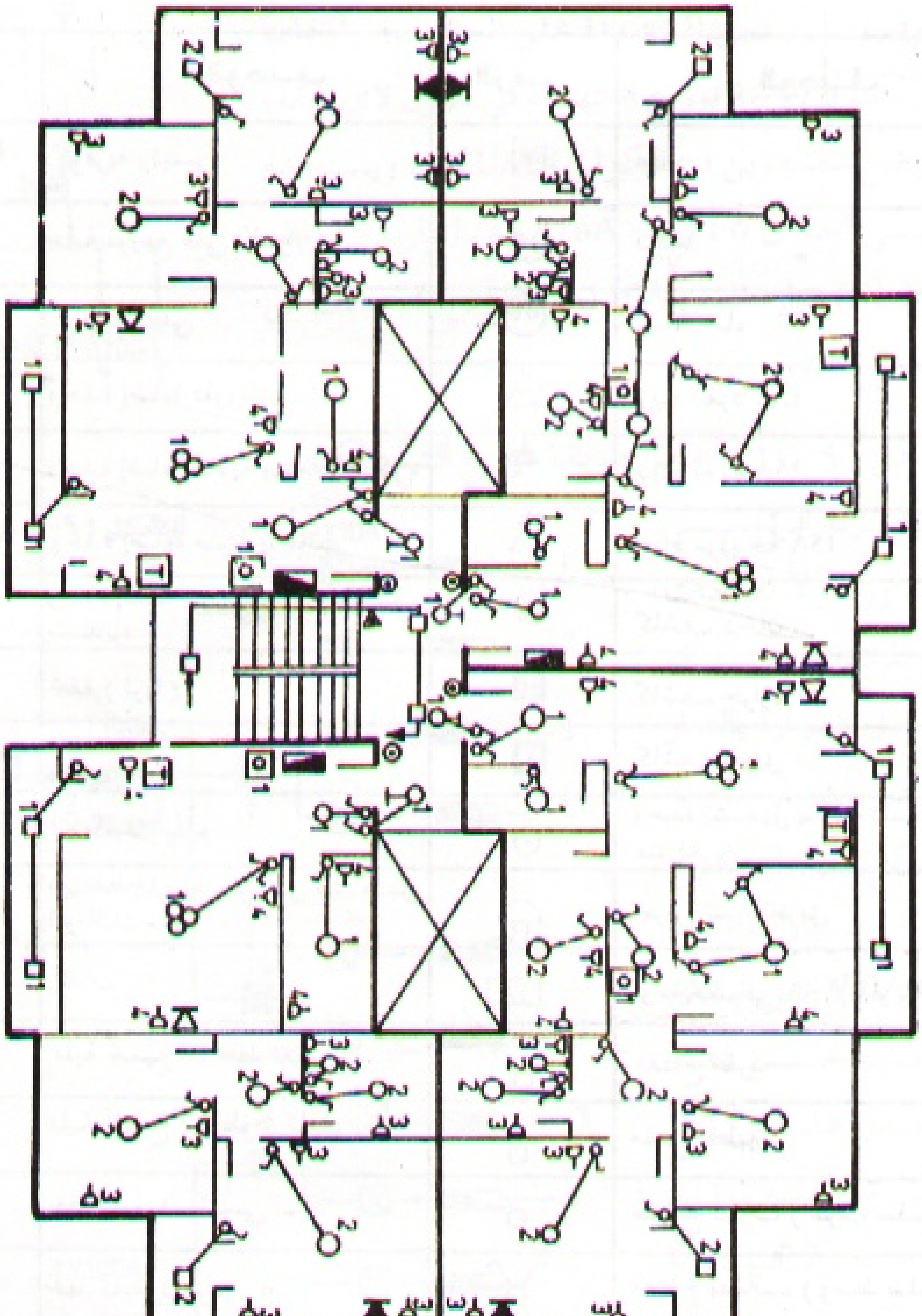
الشكل (٩-١٣)

أما الشكل (٩ – ١٤) فيعرض المخطط الكهربى للدور الأرضى للعمارة التى بصددها .



الشكل (٩-١٤)

أما الشكل (٩-١٥) فيعرض المخطط الكهربى للأدوار المتكررة للعمارة التى بصددها .



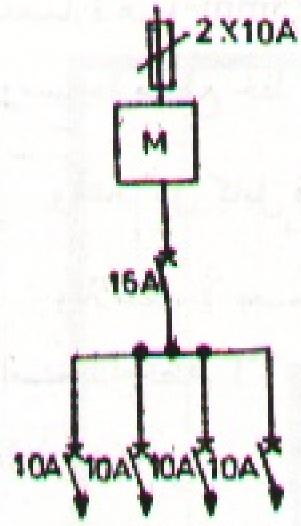
الشكل (٩-١٥)

والجدول (٩-١٦) يعرض الرموز المستخدمة فى هذه المخططات؛ علماً بأن هذه الرموز غير قياسية وهى خليط من الرموز الألمانية والأمريكية والإنجليزية.

الجدول (٩-١٦)

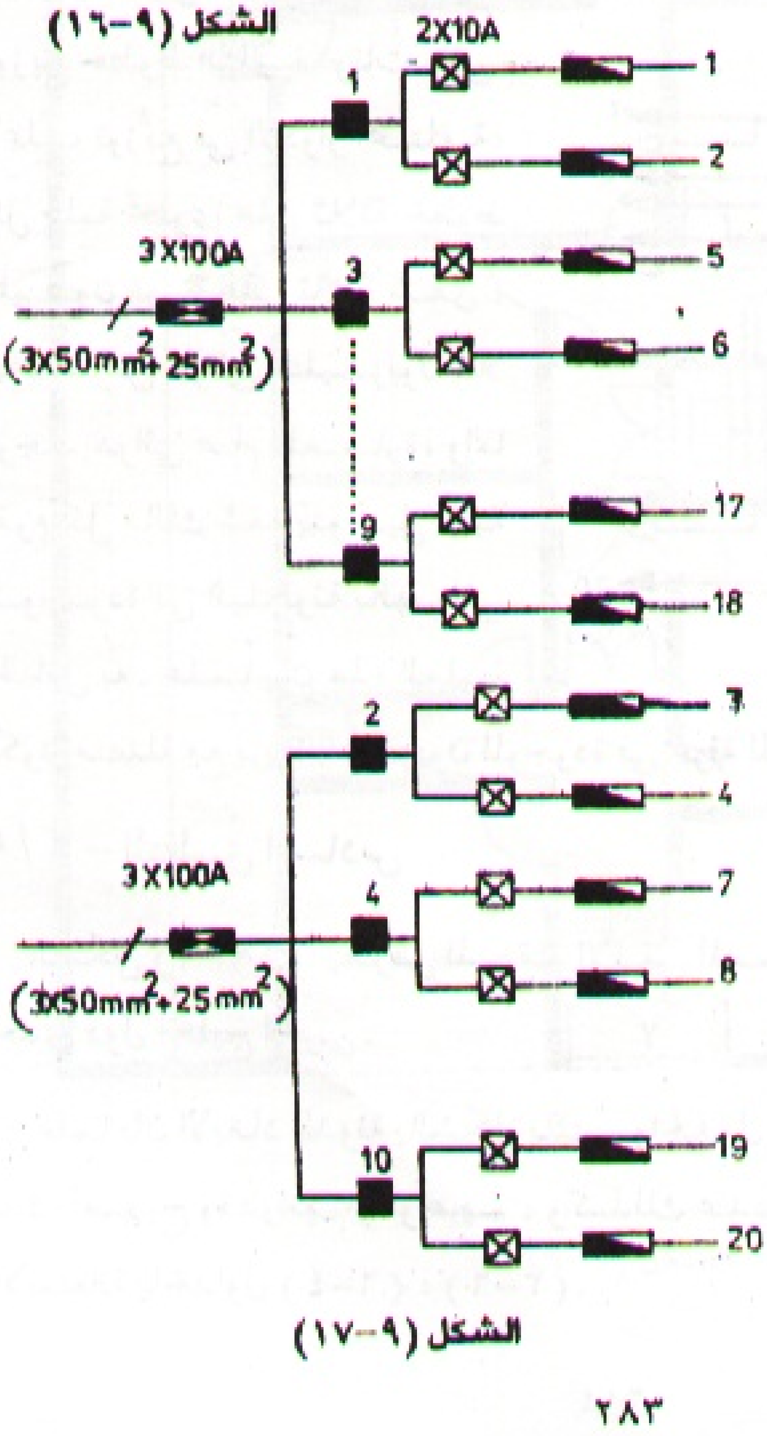
الرمز	الوصف	الرمز	الوصف
	كوفريه رئيسي	M	عداد
■	علبة توزيع على الأدوار		شفاط
	كوفريه فرعي		سخان ماء
	وحدة إضاءة فلورسنت		بريزة مفرد 13A
□	وحدة إضاءة عادية مربعة الشكل		بريزة قدرة 15A
	وحدة إضاءة مثبتة بالحائط		بريزة مزدوجة 15A
○	وحدة إضاءة عادية مثبتة بالسقف مستديرة	⊗	كاشف دخان
	نجفة (ثريا)	H	كاشف حرارة
	إضاءة مرآة حوض مع بريزة لماكينة الحلاقة	F	كاشف حريق
	أتوماتيك سلم		وحدة تشغيل يدوية تستخدم عند الحريق
	ضاغط إنارة يعمل على تشغيل أتوماتيك سلم		جرس تنبيه حريق
	جرس	FA	لوحة تحكم في نظام الإنذار بالحريق
	علبة تجميع 20 خط تليفون		مفتاح مفرد
	علبة تجميع 3 خطوط تليفون		مفتاح قطبين
△	خط تليفون رئيسي		مفتاح تناوب (طرف سلم)
▲	خط تليفون فرعي		مفتاح تصالب (وسط سلم)
T	مخرج هوائي تليفزيون		مفتاح توالي (مفتاح ثريا)
	مصهر	○	ضاغط جرس
	قاطع	2 1	1 لوحة اتصالات داخلية رئيسية 2 لوحة اتصالات داخلية فرعية

والشكل (٩-١٦) يعرض المخطط الأحادى الخط، بدءً من الكوفريه الرئيسى الموجودة على السلم بجوار باب الشقة، ووصولاً للوحة توزيع الكهرباء فى المنزل لأى شقة، حيث يوضع مصهرين فى الكوفرية 2X10A، ويستخدم قاطع رئيسى أحادى Fo تياره 16A نوع L وأربعة قواطع فرعية (F1-F4) تياره المقنن 10A لهم خواص L، وذلك فى لوحة التوزيع للشقة.



الشكل (٩-١٦)

والشكل (٩-١٧) يعرض طريقة توزيع التيار الكهربى من الكوفريه الرئيسى للعمارة، ووصولاً للوحات التوزيع للشقق المختلفة، حيث تغذى العمارة بالتيار الكهربى من عدد 2 كوفريه رئيسى، كل منهما يحتوى على ثلاثة مصهرات سعة المصهر (100A)، ويغذى كل كوفريه خمس علب توزيع بمعدل علبة فى كل دور، وكل علبة توزيع تغذى عدد 2 كوفريه فرعى، بكل كوفريه مصهرين 10A وكل كوفريه يغذى شقة. والجدير بالذكر أن مساحة مقطع الكابل المغذى لكل كوفريه رئيسى



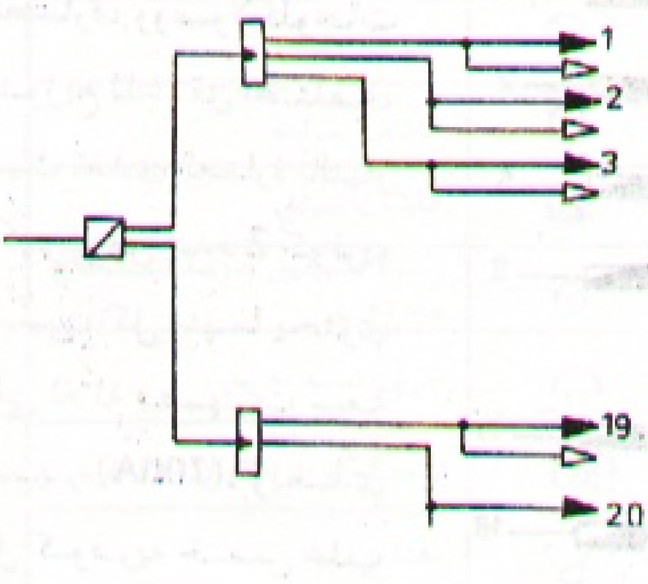
الشكل (٩-١٧)

للعمارة هو ($3X50+25mm^2$) ، حيث إن مساحة مقطع موصلات الاوجه $50mm^2$ ومساحة مقطع خط التعادل هو $25mm^2$.

ويمدد كل كابل فى ماسورة من البلاستيك PVC قطرها 2 بوصة.

وللأسف لا يعمل فى مصر حساب للموصل الأرضى. وإن كان من الممكن استخدام نظام TT وعمل أرضى خاص بالعمارة بإحدى الطرق المذكورة فى الفقرة (١-٥).

والشكل (٩-١٨) يعرض طريقة توزيع خطوط التليفونات على الشقق المختلفة، حيث يخصص علبة تليفونات فى مدخل العمارة تحتوى على 20 خط تليفون، ويتم توزيع خطوط التليفونات على 7علب توزيع فى الأدوار المختلفة، كل علبة تحتوى على ثلاثة خطوط تليفون توزع على ثلاثة شقق، وبخصوص هوائى التليفزيون فلا يوجد هوائى عام للعمارة، وإنما يقوم كل مالك شقة بتوصيل علبة موجودة فى البلكونة بالهوائى الخاص به. علماً بأن هذه العلبة تكون متصلة مع بريزة التليفزيون الموجودة فى غرفة المعيشة.

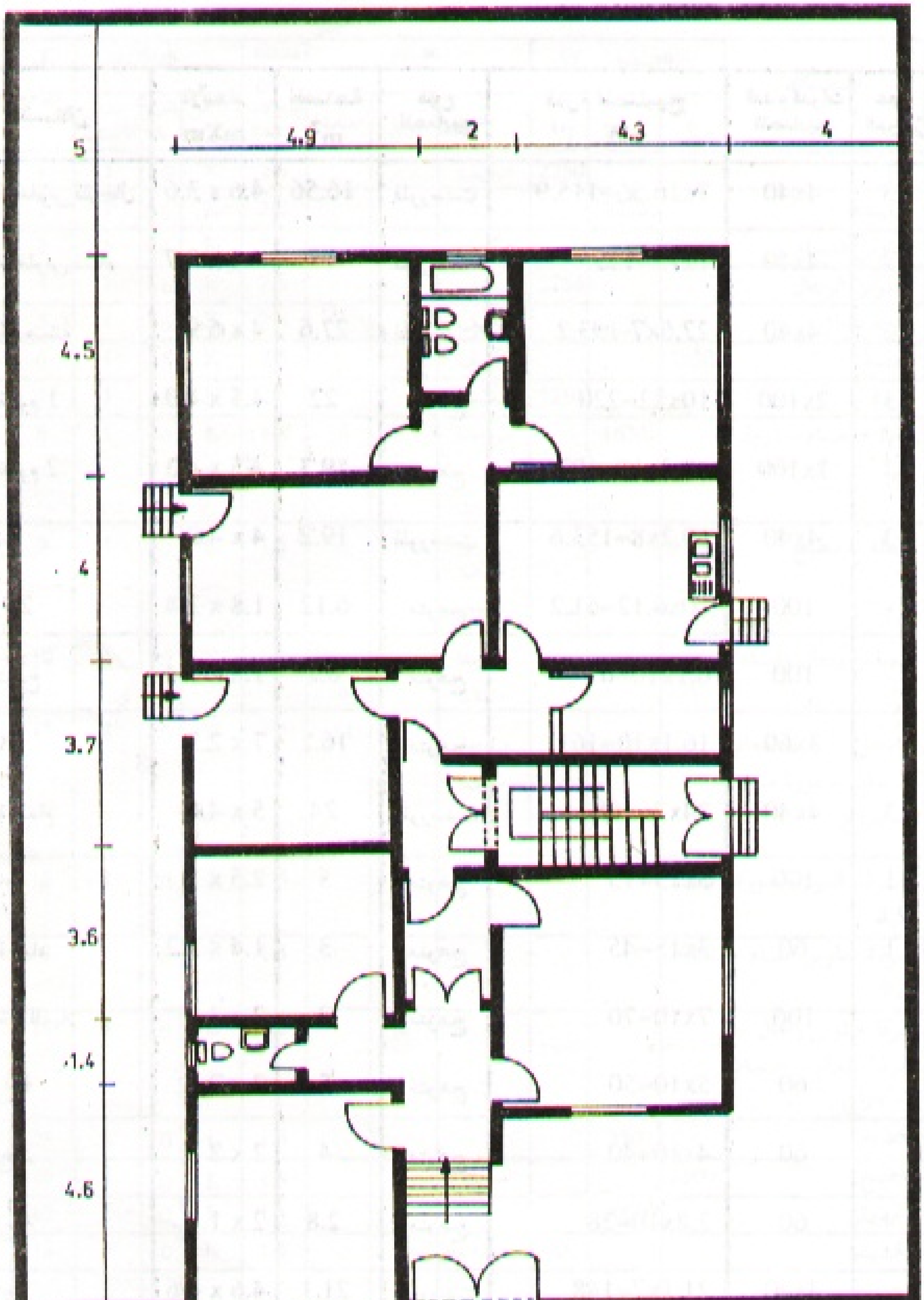


الشكل (٩-١٨)

٩ / ٦ - التطبيق السادس

الشكل (٩-١٩) يعرض المسقط الأفقى المعمارى للدور الأرضى بفيلا فى إحدى دول الخليج العربى.

علماً بأن الابعاد المدونة بالشكل بالمتر. والجدول (٩-١٧) يبين طريقة استنتاج عدد المصابيح وقدراتهم وأنواعهم، وكذلك عدد البرايز تبعاً للمساحة وذلك بالاستعانة بالجداول (٤-٦)، (٦-٣).



الشكل (٩-١٩)

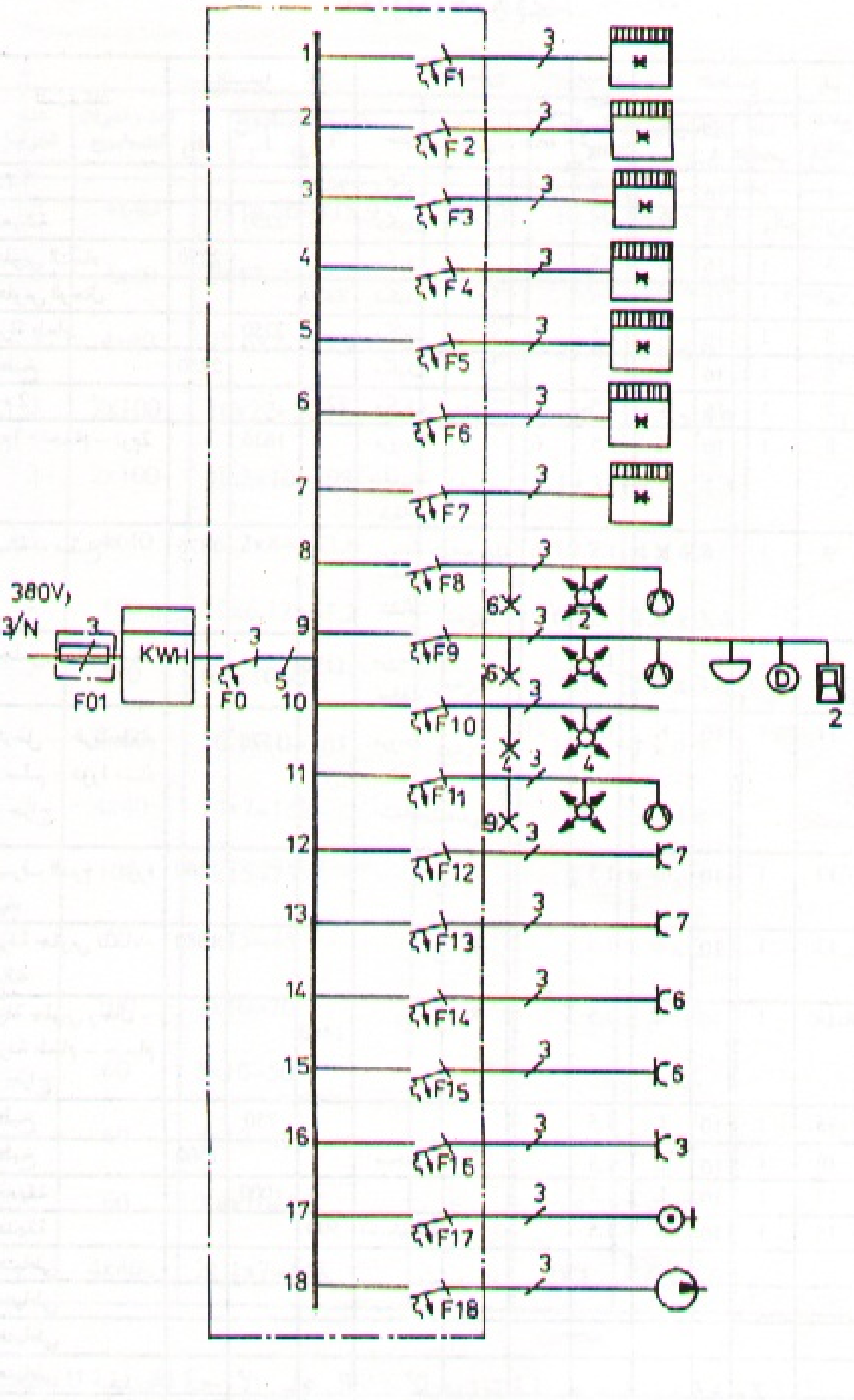
الجدول (٩-١٧)

المكان	الأبعاد mXm	المساحة m^2	نوع المصابيح	قدرة المصابيح W	عدد وقدرات المصابيح	عدد البرايز
غرفة جلوس للرجال	4.6 x 3.6	16.56	فلورسنت	7x16.56=115.9	4x40	3
غرفة جلوس نساء	4.6 x 3.7	17	فلورسنت	7x17=119	4x40	3
غرفة معيشة	4 x 6.9	27.6	فلورسنت	27.6x7=193.2	4x40	3
غرفة نوم 1	4.5 x 4.9	22	متوهج	10x22=220	2x100	3
غرفة نوم 2	4.5 x 4.3	19.3	متوهج	19.3x10=193	2x100	3
مطبخ	4 x 4.8	19.2	فلورسنت	19.2x8=153.6	4x40	3
موزع 2	1.8 x 3.4	6.12	متوهج	10x6.12=61.2	100	-
مستودع	1.8 x 3.4	6.1	متوهج	6.1x10=61	100	-
السلم	7 x 2.3	16.1	متوهج	16.1x10=161	3x60	-
غرفة طعام	5 x 4.8	24	فلورسنت	24x7=168	4x40	3
حمام	2.5 x 2	5	متوهج	5x15=75	100	1
دورة مياه	1.4 x 2.2	3	متوهج	3x15=45	60	1
مدخل الفيلا	2 x 3.5	7	متوهج	7x10=70	100	-
موزع 1	2 x 2.5	5	متوهج	5x10=50	60	-
موزع 3	2 x 2	4	متوهج	4x10=40	60	-
موزع 4	2 x 1.4	2.8	متوهج	2.8x10=28	60	-
جراج	4.6 x 4.6	21.1	فلورسنت	21.1x7=148	4x40	-

والجدول (٩-١٨) يوضح طريقة توزيع الاحمال على الأوجة المختلفة للمصدر الكهربى، وذلك للدور الأرضى للفيلا.

الجدول (٩-١٨)

المكان	القدرة W L3	L2	L1	المخارج منوع	برايز	إضاءة	مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطع الخواص	التيار A	عدد الأقطاب	رقم القاطع	رقم الدائرة
نوم 1			2250	مكيف			2.5	K	16	1	1	1
المعيشة		2250		مكيف			2.5	K	16	1	2	2
جلوس النساء	2250			مكيف			2.5	K	16	1	3	3
جلوس الرجال			2250	مكيف			2.5	K	16	1	4	4
غرفة طعام		2250		مكيف			2.5	K	16	1	5	5
المطبخ	2250			مكيف			2.5	K	16	1	6	6
نوم 2			2250	مكيف			2.5	K	16	1	7	7
نوم1 - حمام - نوم2		1636		مروحتا سقف - شفاط		6	1.5	K	10	1	8	8
صالة - مطبخ	1376			مروحة سقف شفاط		6	1.5	K	10	1	9	9
مجلس رجال ونساء			1176	مروحتا سقف		4	1.5	K	10	1	10	10
مدخل - غرفة طعام - سلم - دورة مياه - جراج		1576		مروحة سقف -شفاط		11	1.5	K	10	1	11	11
غرف النوم - دورة المياه	1260				7		1.5	L	10	1	12	12
غرفة جلوس نساء- صالة	1080				6		1.5	L	10	1	13	13
غرفة جلوس رجال - غرفة طعام - حمام - جراج			1440		8		1.5	L	10	1	14	14
المطبخ		750					1.5	L	10	1	15	15
المطبخ	1500			سخان	3		1.5	L	10	1	16	16
الحديقة		1000					1.5	L	10	1	17	17
الحديقة			500	مضخة ماء			1.5	K	10	1	18	18
احتياطي												.
احتياطي												.
احتياطي												.
احتياطي												26
قدرة أحمال كل وجهW	9716	9462	9866									
القدرة الكليةW	29044											


380V,
3/N
F01
KWH
F0
F1
F2
F3
F4
F5
F6
F7
F8
F9
F10
F11
F12
F13
F14
F15
F16
F17
F18

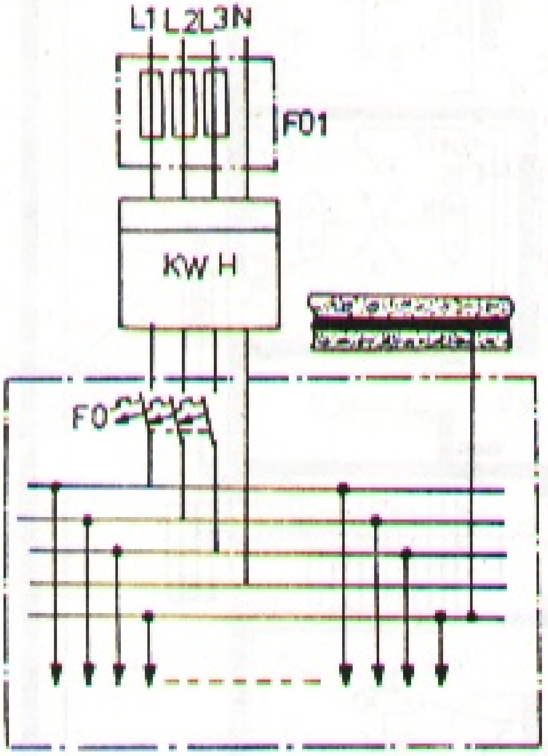
الشكل (٩-٢٠)

ويمكن حساب أقصى تيار متوقع لأحمال الفيلا كما يلي:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U} = \frac{29044}{\sqrt{3} \times 380} = 44A$$

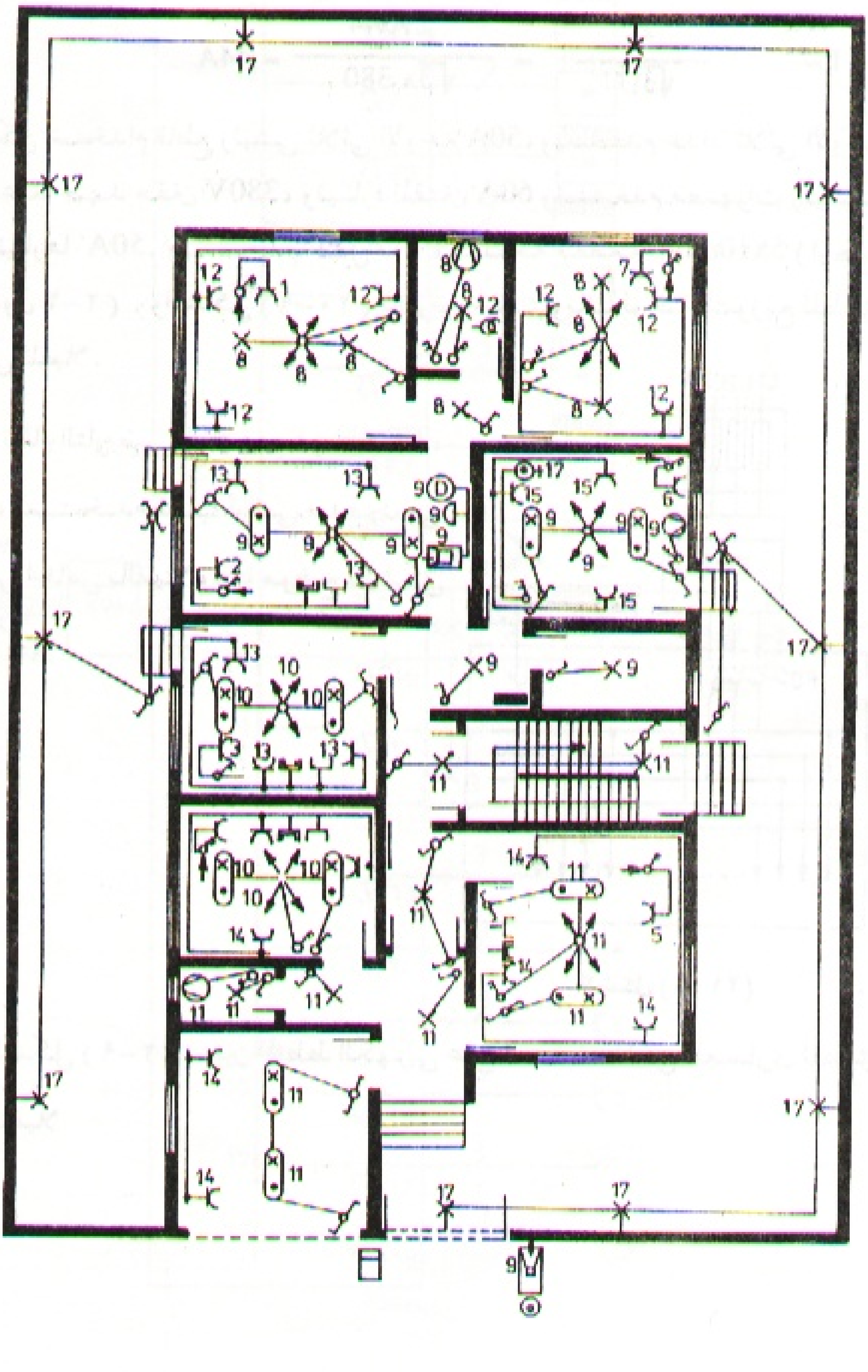
ويمكن استخدام قاطع رئيسي ثلاثي الأوجه 50A، ويستخدم عداد ثلاثي الأوجه يعمل عند جهد مقنن 380V، وتياره المقنن 60A وتستخدم مصهرات رئيسية (Fo1) تيارها 50A، ويستخدم كابل PVC مساحة مقطعه $5x10mm^2$ (ارجع للجدول ٢-٢) . والشكل (٩-٢٠) يعرض محتويات لوحة التوزيع للطابق الأرضي للفيلا.

أما نظام التاريضي المستخدم هو نظام TT، حيث يستخدم قطب أرضي مدفون في الأساس الخاص بالفيلا وهذا موضح بالشكل (٩-٢١).



الشكل (٩-٢١)

والشكل (٩-٢٢) يبين المخطط الكهربي على المسقط الافقي المعماري للطابق الاول للفيلا


17
17
17
17
17
17
17
17
17
17
17
17
12
1
8
8
8
12
12
8
8
12
12
7
8
12
12
8
8
13
13
9
9
9
9
9
2
13
17
15
15
6
9
9
9
15
9
9
13
10
10
10
3
13
13
11
11
10
10
10
14
14
11
11
11
11
11
11
11
5
11
14
14
14
11
11
9

الشكل (٩-٢٢)

الباب العاشر

فحص التركيبات الكهربية وإصلاح الأعطال

فحص التركيبات الكهربية وإصلاح الأعطال

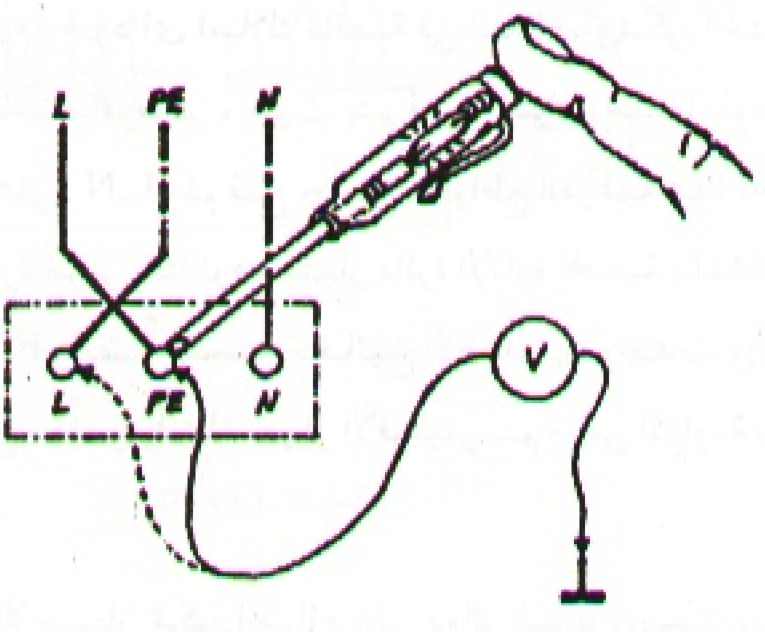
١٠ / ١ - فحوصات خط الوقاية

فيما يلى أهم الفحوصات التى تجرى على خط الوقاية PE:

١- التأكد من أن خط الوقاية PE لونه أصفر أخضر

٢- التأكد من أن مساحة مقطع خط الوقاية يتبع الجدول (٢-٣) (الباب الثانى).

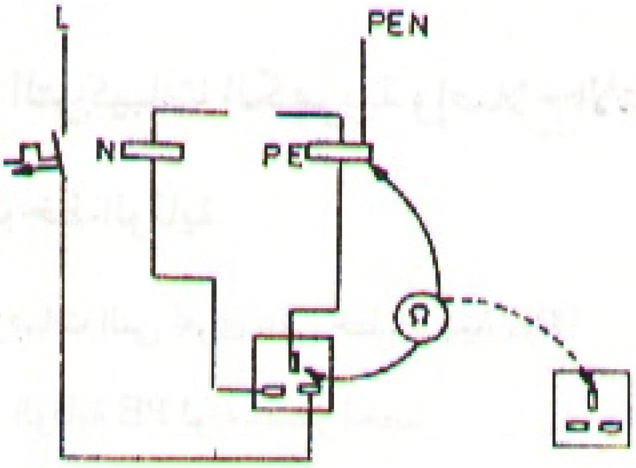
٣- التأكد من إن التوصيل صحيح ويمكن التحقق من ذلك باستخدام مفك الإختبار أو جهاز الأفوميتر، وذلك للتأكد من عدم انعكاس وجه مع خط الوقاية وذلك بالطريقة المبينة بالشكل (١٠-١).



الشكل (١٠-١)

٤- التأكد من إن مقاومة توصيل خط الوقاية مع الأجهزة أقل من 1Ω، ففى نظام TNCS يمكن إجراء الاختبار المبين بالشكل (١٠-٢).

فإذا كانت المسافة بين قضيب PE الموجود فى لوحة التوزيع والجهاز المنزلى كبيرة يمكن استخدام بريزة قريبة، كما هو مبين بالخط المنقط.

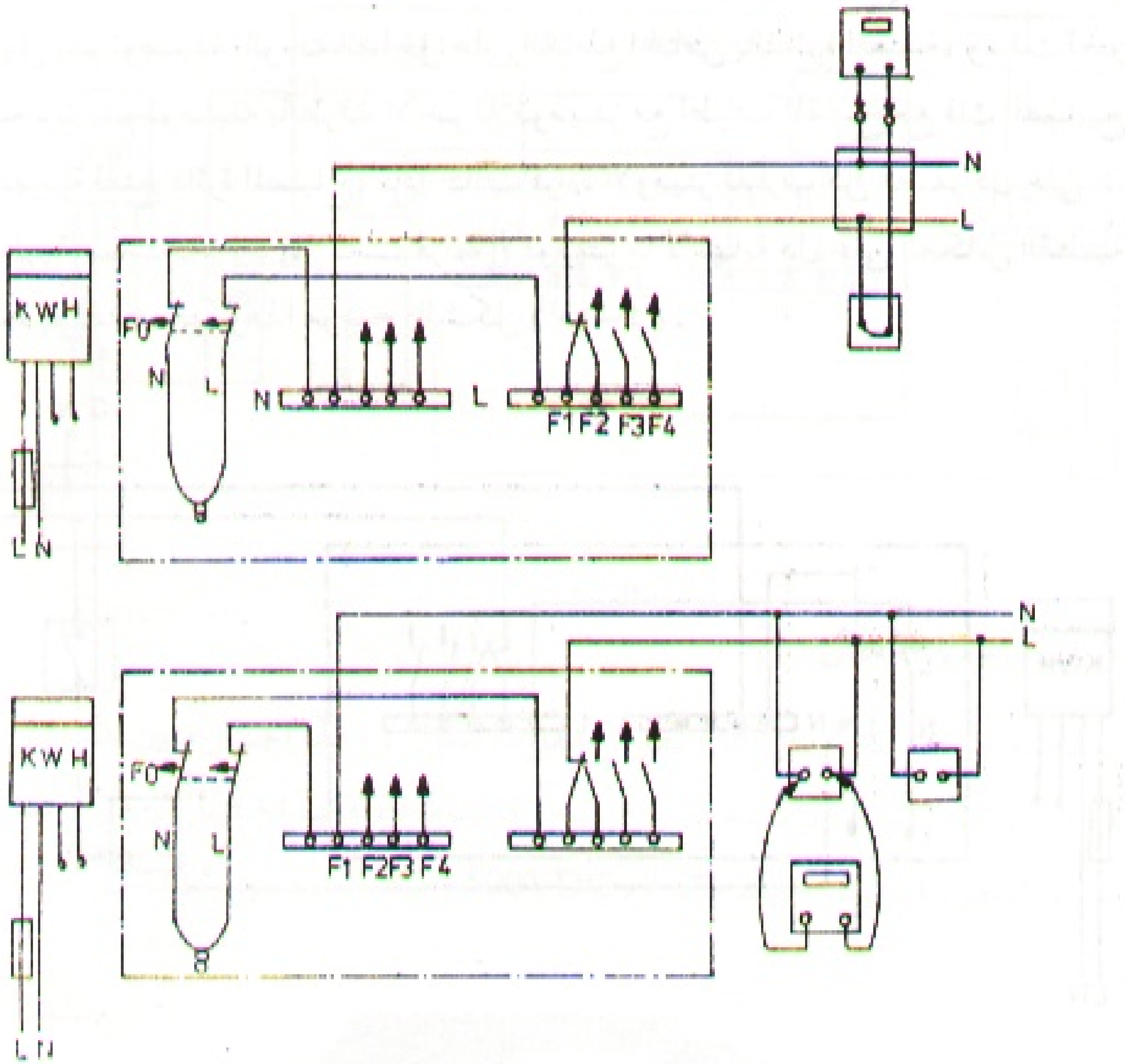


الشكل (١٠-٢)

١٠ / ٢ - اختبار الاستمرارية

الشكل (١٠-٣) يوضح الطريقة المتبعة لاختبار الاستمرارية. وتعنى الاستمرارية اكتمال الدوائر وعدم وجود أى أسلاك ناقصة فى الدائرة، ويمكن اختبار استمرارية الدوائر بسرعة باستخدام آفوميتر ، حيث يتم فصل أطراف مدخل لوحة التوزيع من العداد وعمل قصر على L,N، ثم فتح جميع القواطع الفرعية عدا أحدهم مع غلق القاطع الرئيسى Fo ولنفرض أننا نود اختبار دائرة الإنارة المحمية بالقاطع F_1 فى هذه الحالة نغلق القاطع F_1 وأيضاً جميع مفاتيح الإضاءة إن وجدت وإلا يتم توصيل موصلات كل مفتاح معاً، وبواسطة جهاز الآفوميتر يتم قياس المقاومة بالطريقة المبينة بالشكل (أ).

علماً بان نفس الاختبار يمكن إجراؤه على دوائر البرايز، حيث يتم غلق القاطع الذى يحمى دائرة البرايز وقياس المقاومة عند أطراف البرايز المختلفة، فإن كانت المقاومة صفراً دل على الاستمرارية، وإذا كانت المقاومة مالا نهاية دل على وجود فتح بالدائرة وهذا مبين بالشكل (ب).



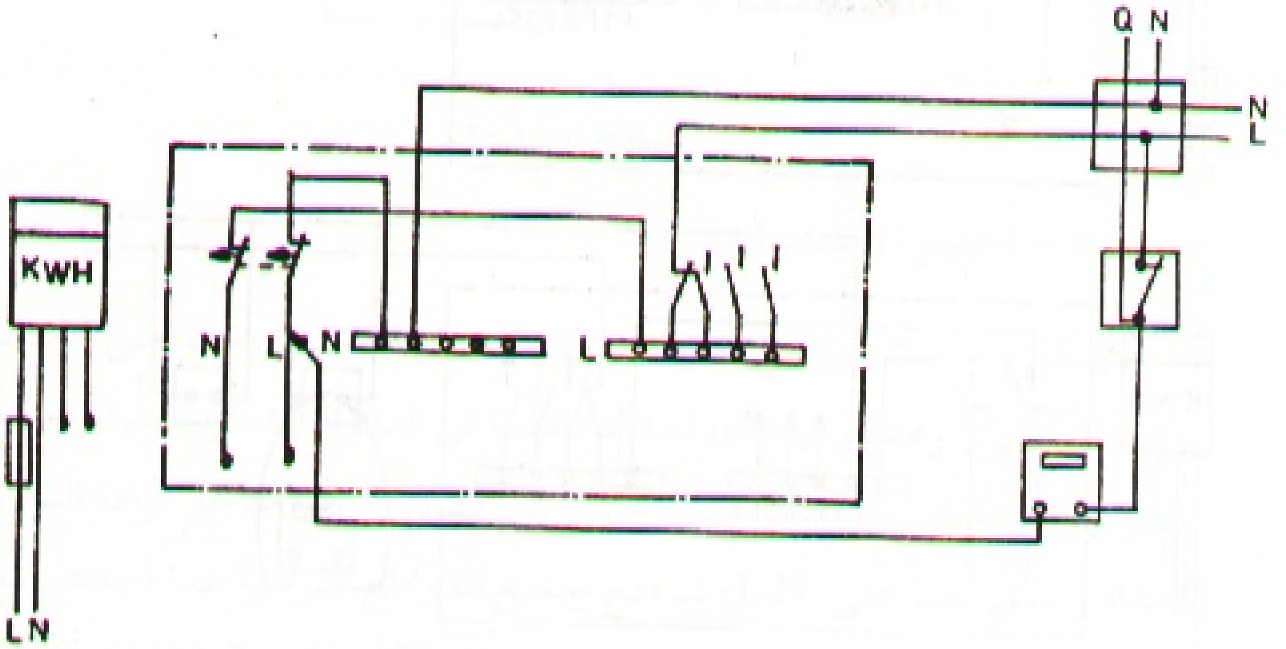
الشكل (١٠-٣)

١٠ / ٣ - اختبار القطبية

المقصود باختبار القطبية هو التأكد من إن الوجه الخارج من قاطع الحماية والموجود بلوحة التوزيع والخاص بحماية دائرة إنارة فرعية موجود عند حلقات المفاتيح وليس خط التعادل.

فعندما يكون خط التعادل عند مفتاح المصباح فإن هذا يعنى أن الوجه متصل بصفة مستديمة بالمصباح وهذا يمثل خطورة. ويمكن إجراء هذا الاختبار باستخدام

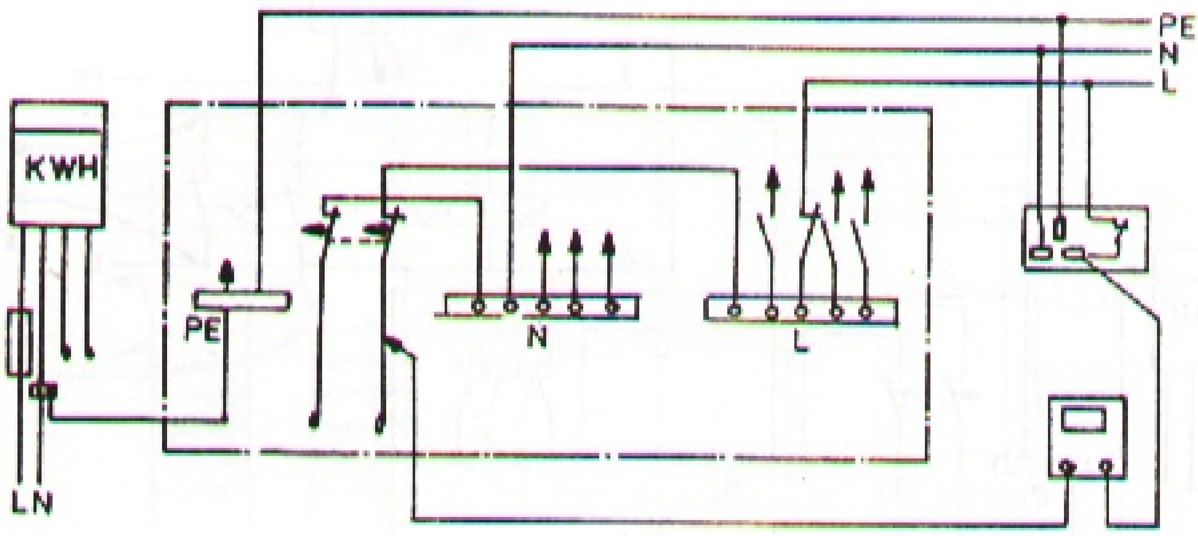
جهاز الآفوميتر حيث يستخدم كجهاز أوميتر لقياس المقاومة مع استخدام سلك طويل يتم توصيلة بالوجه الداخل على القاطع الخاص بالدائرة المعنية، وسلك آخر متحرك يتم توصيله بالطرف الآخر للآفوميتر مع أطراف المفتاح مع فك المصابيح الكهربية لفتح دائرة المصباح، فإذا كانت قراءة الأوميتر تقترب من الصفر دل على أن القطبية صحيحة. أما إذا كانت قراءة الآفوميتر ما لا نهاية دل على انعكاس القطبية ويجب تصحيحها وهذا موضح بالشكل (١٠-٤).



الشكل (١٠-٤)

ويمكن إجراء اختبار القطبية للبرايز ذات المفاتيح ،حيث يجب التأكد من أن الوجه الخارج من القاطع المستخدم لحماية الدائرة المعنية والموجود بلوحة التوزيع يدخل على مفتاح البريزة ويخرج منه إلى أحد أطراف البريزة.

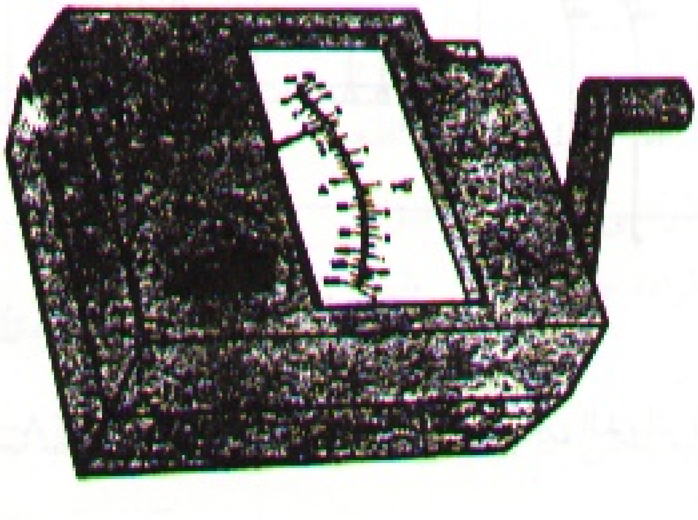
ويتم هذا الاختبار بالطريقة المبينة بالشكل (١٠-٥)، فإذا كانت قراءة الآفوميتر مساوية الصفر دل على أن القطبية صحيحة. أما إذا كانت قراءة الآفوميتر مالا نهاية دل على انعكاس القطبية ويجب تعديلها



الشكل (١٠-٥)

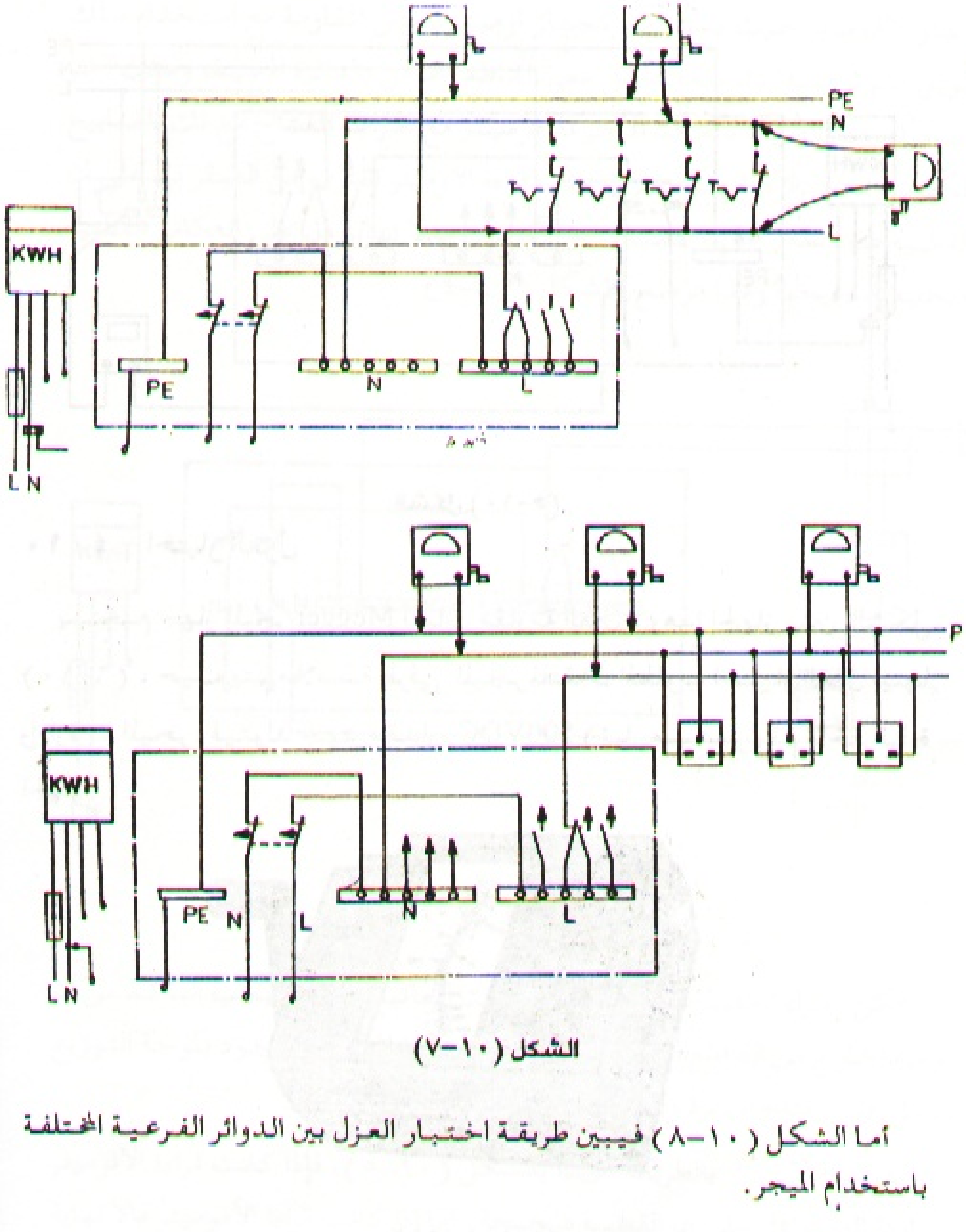
١٠ / ٤ - اختبار العزل

يستخدم جهاز الميجر Megger لقياس مقاومة العزل ، وهذا الجهاز مبين بالشكل (١٠-٦) ، حيث يتم ملامسة طرفى الميجر للنقاط المطلوب اختبار العزل بينها وإدارة يد الميجر، فيتولد جهد مقداره 500VDC (تيار مستمر) ثم تأخذ قراءة الجهاز.



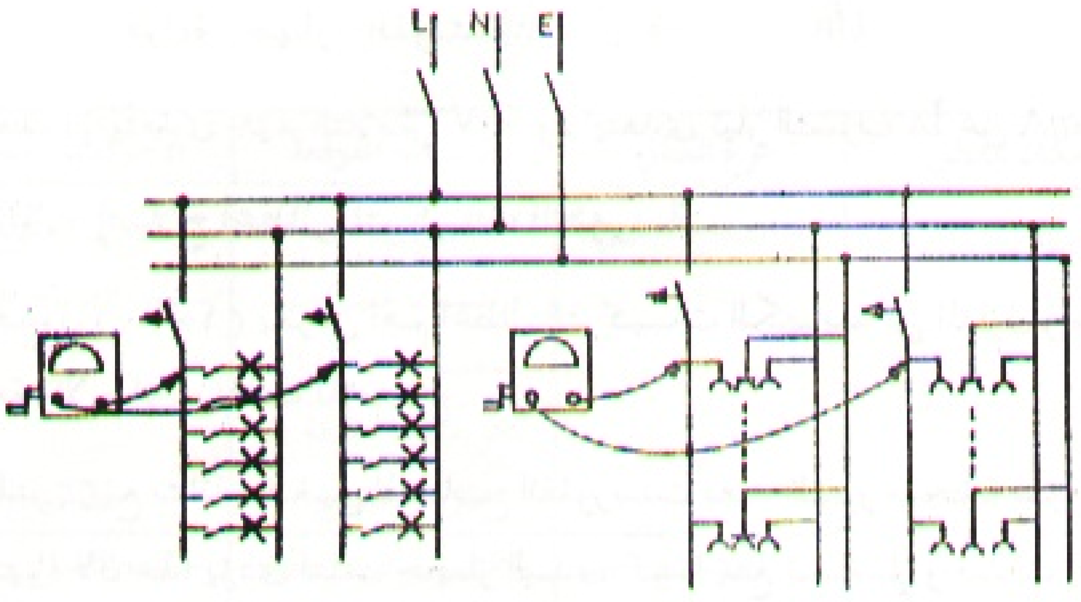
الشكل (١٠-٦)

والشكل (١٠-٧) يبين طريقة اختبار العزل لدوائر الإضاءة (أ) ودوائر البرايز (ب).



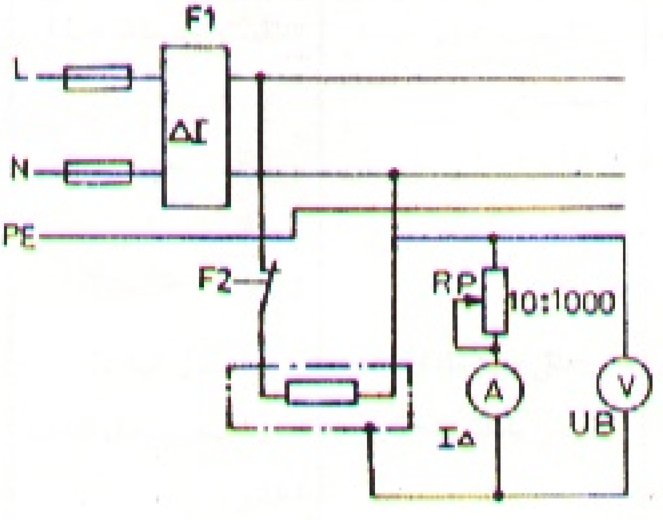
الشكل (١٠-٧)

أما الشكل (١٠-٨) فيبين طريقة اختبار العزل بين الدوائر الفرعية المختلفة باستخدام الميجر.



الشكل (١٠-٨)

١٠ / ٥ - اختبار قاطع التسرب الأرضى ELCB



الشكل (١٠-٩)

الشكل (١٠-٩) يوضح طريقة اختبار ELCB فى نظام TN ويجب ألا تقل المقاومة الداخلية للفولتميتر عن 10KΩ . فعند الضغط على الضاغط T ثم تغير قيمة المقاومة RP حتى يفصل قاطع التسرب الأرضى ونسجل قراءة الفولتميتر وقراءة جهاز الأميتر لحظة الفصل، وفى هذه الحالة فإن جهد التلامس الذى يمكن أن يتعرض له الشخص عند حدوث تسرب أرضى يساوى :

$$U_C = U - U_B$$

حيث إن :

جهد التلامس	U_C
جهد الوجه للمصدر الكهربى	U

قراءة جهاز الفولتميتر U_B

ويجب ألا يتعدى جهد التلامس 50V ولا يتعدى تيار التسرب I_Δ عن 30mA

١٠ / ٦ - إصلاح أعطال التركيبات الكهربية

الجدول (١٠-١) يعرض أهم أعطال التركيبات الكهربية فى المنازل وأسبابها المتوقعة والإجراءات المتبعة للإصلاح.

تحذير : يمنع بتاتاً تشغيل المصابيح الفلورسنت بعد ظهور سحابة سوداء عند أطرافها؛ لان هذا يؤدى لتلف جهاز البدء. كما يمنع تشغيل وحدات الإضاءة الفلورسنت ذات المصباحين عند احتراق أحد المصباحين لإنها ستعطى إضاءة مرتعشة تؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة جهاز البدء (الملف الكابح) واحتراقه.

الجدول (١٠-١)

مكان العطل	نوع العطل	الأسباب المتوقعة	الاجراءات المتبعة
مصباح متوهج	١ - المصباح لايضيء	- المصباح محترق - تثبيت غير جيد للمصباح خصوصا إذا كان بقاعدة مسننة - خلل فى المفتاح	- استبدال المصباح - ثبت المصباح جيداً - استبدل المفتاح
	٢ - المصباح يضيء وينطفيء عند تحريكه أو لمسه.	- تثبيت غير جيد للمصباح فى الدواية. - توصيل غير جيد للموصلات مع داوية المصباح.	- ثبت المصباح جيدا. - عد توصيل أسلاك المصباح مع نقاط التوصيل بالداوية.
مصباح فلورسنت	٢ - المصباح لايضيء	- تثبيت غير جيد للمصباح. - انقطاع التيار الكهربى عن المصباح. - خلل فى البادئ. - خلل بالملف الخانق - المصباح محترق - خلل بالمفتاح	- ثبت المصباح جيداً. - تأكد من أن قاطع الدائرة على وضع ON. - يستبدل البادئ. - يستبدل الملف الخانق. - يستبدل المصباح. - يستبدل المفتاح.
	٢ - فشل المصباح عند الإضاءة.	- خلل بالبادئ. - خلل بالمصباح.	- يستبدل البادئ. - يستبدل المصباح.
	٣ - إضاءة متقطعة	- خلل بالبادئ أو المصباح. - البادئ غير مناسب لقدرة المصباح.	- يستبدل البادئ أو المصباح. - استبدل البادئ بآخر مناسب.

تابع الجدول (١٠-١)

مكان العطل	نوع العطل	الأسباب المتوقعة	الإجراءات المتبعة
	٣ – ارتعاش بالإضاءة.	– خلل بالمصباح. – عيب بالبادئ. – انخفاض جهد المصدر.	– يستبدل المصباح. – يستبدل البادئ بآخر. – يفحص جهد المصدر ويجب الا يقل عن 90% من الجهد المقنن.
	٤ – إضاءة أطراف المصباح عند توصيل التيار الكهربى للمصباح.	– تثبيت غير صحيح للمصباح. – خلل بالبادئ. – خلل بالمصباح.	– ثبت المصباح جيداً. – استبدل البادئ بآخر. – استبدل المصباح.
	٥ – فشل فى إضاءة وحدة الإضاءة ذات المصباحين.	– احتراق أحد المصباحين. – تلف أحد البادئات.	– استبدل المصباح المحترق. – استبدل البادئ التالف.
مصابيح الفلورسنت السريعة البدء	١ – فشل فى الإضاءة.	– عدم تأريض وحدة الإضاءة. – تراكم قاذورات على المصباح. – انخفاض جهد المصدر. – مشكلة بالمصباح مثل إنكسار أحد مساميره أو تثبيت غير جيد للمصباح أو احتراق المصباح. – تلف جهاز البدء والذى يصل عمره إلى 100 :60 الف مرة تشغيل.	– قم بتأريض وحده الإضاءة. – قم بإزالة القاذورات. – يجب الا يقل جهد المصدر عن 90% من الجهد المقنن. – مراجعة كلٌ من مسامير المصباح وقابس المصباح والمصباح والتأكد من سلامتهم واستبدل المصباح عند اللزوم. – استبدل وحدة الإضاءة بأكملها أو جهاز البدء أيهما أوفر.

تابع الجدول (١٠-١)

مكان العطل	نوع العطل	الأسباب المتوقعة	الاجراءات المتبعة
مصباح الفلورسنت بصفة عامة	١ - ظهور سحابة سوداء على أطراف المصباح مع فشل إضاءة المصباح.	- انتهاء العمر الافتراضي للمصباح وهو 20000 ساعة.	- استبدل المصباح.
		- انخفاض جهد التشغيل مع تلف المصباح.	- التأكد من عدم انخفاض جهد المصدر ويمكن تحسينه باستخدام موصلات لها مساحة مقطع اكبر واستبدل المصباح.
		- مقبس المصباح غير موصل جيداً مع تلف المصباح.	- استبدل المصباح مع التأكد من جودة التوصيل.
		- توصيل غير سليم مع تلف المصباح.	- استبدل المصباح وعدل التوصيل.
قاطع الدائرة	١- فصل القاطع بمجرد وضعه على وضع ON.	- قصر عند مخارج القاطع.	- فحص القاطع وإزالة القصر.
		- قصر فى أحد أحمال القاطع.	- فصل أحمال القاطع وإدخال حمل بعد الآخر لاكتشاف مكان القصر.
		- تلف القاطع.	- استبدل القاطع.
	٢ - فصل القاطع بعد فترة من تشغيل الاحمال.	- زيادة أحمال القاطع.	- تقليل أحمال القاطع ونقل بعضها إلى قاطع آخر.
			- استبدل القاطع بآخر مناسب.

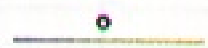
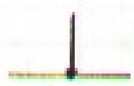
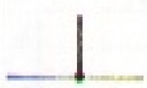
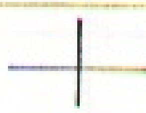
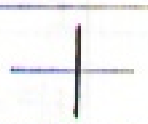
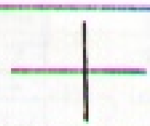
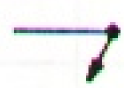
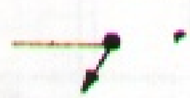
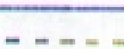
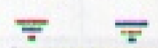
تابع الجدول (١٠-١)

مكان العطل	نوع العطل	الأسباب المتوقعة	الإجراءات المتبعة
أنظمة الاتصالات الداخلية	١ – الوحدة تستقبل الصوت ولكن لاترسل صوت .	– مشكلة بضاغط الكلام/ السماع . – توصيل خاطئ .	– تستبدل ضاغط الكلام/ السماع أو تستبدل الوحدة بأكملها . – يمكن التأكد من وجود خطأ بالتوصيل باستبدال الوحدة بأخرى سليمة فإذا كانت المشكلة مازالت موجودة دل على أن التوصيل خاطىء والعكس بالعكس .
	٢ – وحدة فرعية عاطلة .	– خطأ في التوصيل . – مشكلة بمفتاح الاختيار في الوحدة الرئيسية . – خلل بالوحدة الفرعية .	– راجع التوصيلات الموجودة واستكملها أو عدلها . – التأكد من سلامة مفتاح الاختيار باستخدام آفوميتر . – تستبدل بأخرى سليمة .
	٣ – نظام الاتصال الداخلي لايعمل	– انقطاع التيار الكهربي عن النظام . – احتراق أحد المصهرات الداخلية للنظام . – تلف بمصدر القدرة الداخلي للنظام (محول) . – تلف الوحدة الأساسية .	– التأكد من وصول التيار الكهربي للنظام . – اختبار المصهرات . – اختبر مصدر القدرة الداخلي للنظام . – تستبدل الوحدة الأساسية .

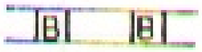
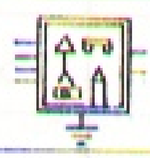
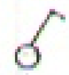
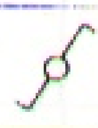
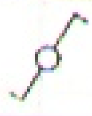
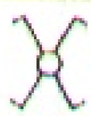
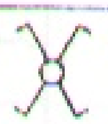
تابع الجدول (١٠-١)

مكان العطل	نوع العطل	الأسباب المتوقعة	الاجراءات المتبعة
نظام الإنذار بالسرقة	١ - توقف جهاز الإنذار الصوتي (البوق) عن العمل عند فتح باب أو نافذة .	- البطاريات ضعيفة . - مشكلة في دائرة التحكم - خلل بالبوق .	- تشحن البطاريات أو تستبدل عند تلفها . - مراجعة دائرة التحكم للتأكد من سلامتها . - التأكد من قيام كل عنصر في دائرة التحكم بوظيفته . - استبدل البوق .
	٢ - حدوث إنذار صوتي بالرغم من غلق جميع الابواب والنوافذ . .	- تثبيت غير جيد لاحد أجهزة الاستشعار . - غلق غير جيد لأحد الابواب او النوافذ . - قطع في حلقة دائرة الإنذار في حالة الحلقة المغلقة . - قصر في حلقة دائرة الإنذار المفتوحة عند أحد أجهزة الاستشعار .	- مراجعة تثبيت أجهزة الاستشعار . - مراجعة غلق الابواب والنوافذ . - مراجعة حلقة دائرة الإنذار لاكتشاف مكان القطع . - مراجعة حلقة دائرة الإنذار لاكتشاف مكان القصر .

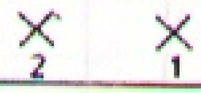
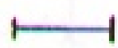
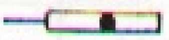
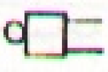
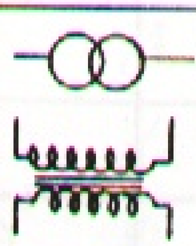
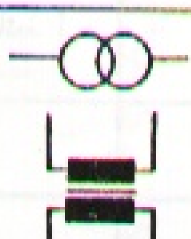
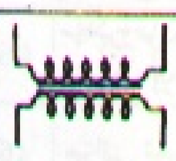
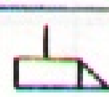
ملحق – ١ مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

م	البيــان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
1	الأوجه الثلاثة	L1 L2 L3	L1 L2 L3	A B C
2	موصل وقاية	PE	PE / PE	G
3	موصل تعادل	N	N / N	N
4	موصل وقاية وتعادل			
5	ماسورة			
6	ماسورة تليفون			T
7	ماسورة هوائي تلفزيون			TV
8	ماسورة سماعات			S
9	أسلاك متقاطعة باتصال			
10	ماسورة مرنة			
11	أسلاك متقاطعة بدون اتصال			
12	تمديدات متجهة لأعلى			
13	تمديدات متجهة لأسفل			
14	أسلاك مخفية في المونة			
15	أسلاك مكشوفة على السطح			
16	أسلاك مخفية تحت الأرضية			

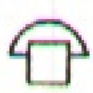
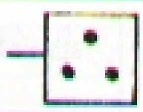
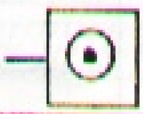
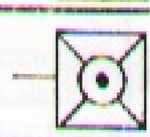
تابع ملحق ١

م	البيـان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
17	موصلين			
18	الأرضي			
19	مجرى متحرك			
20	ترانكات قضبان			
21	حوامل كابلات			
22	لوحة توزيع			
23	لوحة حريق			FA
24	مفتاح مفرد (قطب واحد)			S
25	مفتاح قطبين			S2
26	مفتاح تناوب (طرف سلم)			S3
27	مفتاح تصالبي (وسط سلم)			S4
28	مفتاح توالي (ثريا)			SS
29	مفتاح بحبل			
30	مفتاح بلمبة بيان			Sp
31	مخفض إضاءة			
32	مفتاح زمني			ST

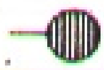
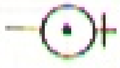
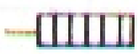
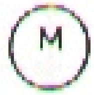
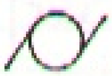
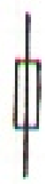
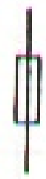
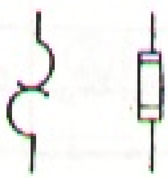
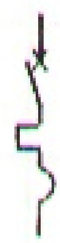
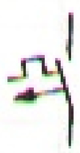
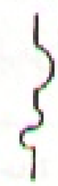
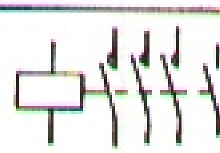
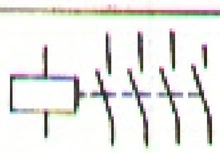
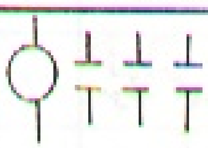
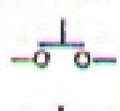
م	البيـان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكى
33	اتوماتيك سلم			
34	ريلاى إمساك مفتاح صدمة)			R
35	1 بريزة مفرد 2 بريزة مزدوجة	2 2 1	2 1	2 1
36	بريزة ثلاثة أوجه	3/PE	3/PE	
37	بريزة خاصة مثل بريزة مكيف			
38	بريزة بمفتاح			S
39	بريزة ماكينة حلاقة	1	1	GF 2
40	1 علبة توصيل لمروحة 2 علبة توصيل ساعة			C 2 F 1
41	1 بريزة تليفون عام بالارضى 2 بريزة مزدوجة بالأرضى			2 1
42	بريزة تليفـون عـام تثـبت بالحائط 1 أو بالأرضى 2			2 1
43	بريزة تليفزيون			TV
44	سماعة كهربية تثبت بالسقف 1 أو بالحائط 2			2 S 1
45	ميكروفون على الحائط 1 أو على الأرض 2			2 M 1 M
46	هوائى تليفزيون			
47	علبة تفريغ			j
48	علبه تفريغ مسدودة			B

م	البيان	الرمز العالمي	رمز الألماني	الرمز الأمريكي
49	مصباح اضاءة عام 1 يعمل بمفتاح بحبل 2			
50	وحدة إضاءة فلورسنت			
51	وحدة اضاءة فلورسنت غاطسة في السقف			
52	وحدة إضاءة تضيء بصفقة مستديمة			
53	وحدة إضاءة طوارئ للخروج اتجاه واحد			
54	وحدة إضاءة طوارئ للخروج اتجاهين			
55	وحدة إضاءة طوارئ			
56	مصباح فلورسنت			
57	وحدة كبح (ملف خانق)			
58	بادئ متوهج			
59	ضاغط			
60	ضاغط بلمبة بيان			
61	جرس			
62	محول بملفين			
63	قفل كهربى (فاغ باب)			

تابع ملحق ١

م	البيـان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
64	ساعة حائط كهربية			
65	بوق انذار من الحريق			
66	كاشف دخان			
67	كاشف حرارة			
68	وحدة تشغيل يدوية			
69	لوحة بيان حريق			
70	تليفزيون			
71	تليفون			
72	وحدة اتصالات داخلية			
73	ثلاجة			
74	مكيف			
75	موقد كهربى			
76	غسالة كهربية			
77	غسالة أطباق			
78	مجفف ملابس			

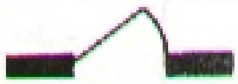
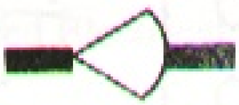
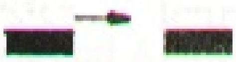
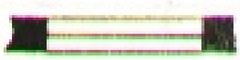
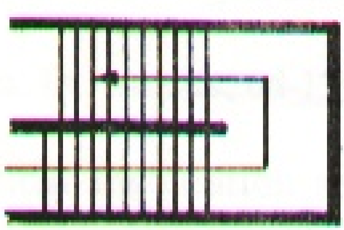
تابع ملحق ١

م	البيـــان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
79	مروحة شفط (شفاط)			
80	سخان ماء كهربي			
81	دفاية			
82	محرك كهربي			
83	مصهر			
85	قاطع دائرة			
86	بادئ محركات أتوماتيكي			
87	كونتاكتور ثلاثة أقطاب وريشة مساعدة مفتوحة			
88	محدد موجات جهد عابرة			
89	ضاغط بريشة مغلقة ومفتوحة			
90	عداد كيلو وات ساعة KWH			

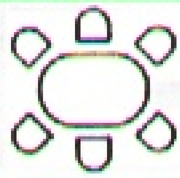
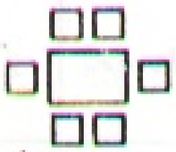
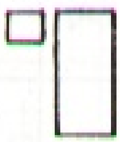
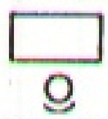
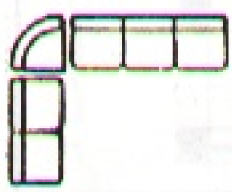
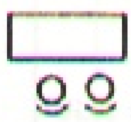
• يجب عدم الجمع بين رمز سماعة كهربيةتثبت بالسقف مع رمز مفتاح يعمل بحبل في مخطط واحد.

ملحق – ٢ الرموز الإنشائية ورموز الأثاث

أولاً – الرموز الإنشائية :

م	البيـان	الرمز العالمي
1	باب عادى درفة واحدة	
2	باب متارجح درفة واحدة	
3	باب منزلق درفة واحدة	
4	باب عادى درفتين	
5	نافذة عادية	
6	نافذة عادية بشيش	
7	سلم	
8	الأرض	
9	خرسانة مسلحة	
10	مونة	
11	طبقة عازلة حرارية	

ثانيًا – رموز الأثاث :

البيــان	الرمز	البيــان	الرمز
بانيو		حوض حمام	
حوض مطبخ		قاعدة أفرنجي	
طاولة بست كراسي		طاولة بست كراسي	
سرير مزدوج 2m x 2m مع 2 كومدينو		سرير مفرد 0.9 x 1.9m مع كوميدينو	
دولاب		مكتب لفرد واحد	
ركنة تتكون من خمس مقاعد		مكتب لفردين	

المراجع

Refrences

1 - Trevor lin sley, ed 1990

Advanced Electrical Installation work. London. Edward Arnold.

2 - Maurice Lewis, ed 1989.

Questions and Answers in electrical Installation Technology. London. Stanley Thornes Publishers Ltd.

3 - Geoffrey burdett, ed 1992.

Home electrics. London. The David & charles.

4 - Jeff Markell, ed 1984

Residential wiring. USA. Reston Publishing Company, Inc.

5 - Cducan, EG stocks, ed 1991

Electrical Installation series (The Installation of cable system). Great britain. Stam Press ltd.

6 - Cducan, EG stocks, ed 1993

Electrical Installation series (The Installation of electrical Circuits). Great britain stam Press ltd.

7 - Cducan, EG stocks ed 1991

Electrical Installation series (systems of Electrical supply and Distribution). Great britain, stam Press Ltd.

8 - Floyd M.Mix, ed 1991

House wiring simplified. South Holland. Good heart-will cox company, Inc.

9 - W.E. steward and T.A. stubbs ed 1992

Modern wiring Practice. london. Publishers are the authors.

10 - Gunter Gseip, werner sturm ed, 1987

Electrical Installation Hand book. Germany. siemens Co.

11 - Maurice Lewis, ed 1989. Electrical Installation of technology: Theory and regulation. london. Stanley thornes (Publishers) Ltd.

12 - GTZ. ed 1984.

Technical drawing for elctrical Engineering 1. Basic Course. Germany (GTZ) Gmbh.

13 - GTZ. ed 1984.

Technical drawing for electrical Engineering 2. Basic Course. Germany (GTZ) Gmbh.

14 - Anthony Byers, ed 1970

Home lighting. Great britain. Ton bridge printers ltd.

15 - G.Davidson and L.C Lamb. ed 1989. Electricity in the home, Great britain. Hodder and stoughton.

16 - Clyde N.Herrick, ed 1975

Electlical wiring principles and practices. New Jersey. Prentice.

Hall, Inc.

17 - Gray Rockis, ed 1978. Residential wiring. USA. American Technical publishers, Inc.

18 - Legrand Co. ed 1984, 1986, 1990, 1994

Electrical Fittings and wiring Accessories Catalogue, france, legrand Co.

بسم الله الرحمن الرحيم

الموسوعة العملية في التركيبات الكهربية (٣)

التركيبات الكهربية فى المنشآت
الصناعية والتجارية والعامة

إعـــداد

المهندس / أحمد عبد المتعال

الباب الأول

إضاءة المنشآت المختلفة

الكتـــــاب : التركيبات الكهربية فى المنشآت الصناعية والتجارية والعامة
(الموسـوعـة العـملـيـة فى الـتـركـيـبـات الكهـربـيـة – ٣)

المـؤلــــف : م. أحـمـد عـبـد المتـعـال

رقم الطبـعـة : الأولى

تاريخ الإصدار : شعبان ١٤٢١ هـ – نوفمبر ٢٠٠٠م

حقوق الطبع : محفوظة للناشر

الناشـــر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ٩٧/١٠٩٣٧

الترقيم الدولى : ISBN: 977 - 5526 - 72 - 8

الكــــود : ٢ / ٤٨

دار النشر للجامعات – مصر

ص . ب ١٣٠ محمد فريد ١١٥١٨ القاهرة، تليفاكس: ٢٦١٣١٦٠

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٥﴾﴾ [الأحقاف: ١٥].

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر للمهندس / محمود زكى صوان – مدير قسم الكهرباء والميكانيكا بمكتب أحمد الموسى للاستشارات الهندسية السعودية – الدمام، وكذلك المهندس **تامر إبراهيم عجور** – مهندس مشروعات بمؤسسة رجب وسلسلة الدمام، وكذلك **الأستاذ صلاح عبد الفتاح الروبى** – المدرس بقسم الكهرباء بالكلية التقنية بالدمام.

وأخيراً أتقدم بخالص الشكر لكل من قدم لنا يد المعاونة فى إعداد هذا الكتاب، راجياً من المولى العلى القدير أن يثيبهم على حسن عملهم وجزاهم الله خير الجزاء.

المؤلف

المحتويات

الموضوع — الصفحة

الباب الأول

الباب الثاني

توزيع التيار الكهربي في المنشآت الكبيرة

الباب الثالث

تمديدات الإضاءة والقوى

الباب الرابع

أنظمة خاصة

الباب الخامس

تركيبات الأماكن الخاصة

الباب السادس

تطبيقات

إضاءة المنشآت المختلفة

١-١ أهم المصطلحات الفنية المستخدمة فى الإضاءة

فيما يلى أهم المصطلحات الفنية المستخدمة فى الإضاءة :

أ – الفيض الضوئى (ϕ) Luminous Flux

وهو كمية الشعاع الضوئى المنبعث من المصدر الضوئى فى الثانية بوحدة اللليومين (Lm) Lumen

ب – الكفاية الضوئية (η) Luminous Efficacy

وهى النسبة بين الفيض الضوئى للمصدر الضوئى وقدرة المصدر الضوئى ونحصل عليها من المعادلة1.1

$$\eta = \frac{\phi}{P} \quad (Lm/w) \rightarrow 1.1$$

فإذا كان الفيض الضوئى لمصباح متوهج قدرته 100w هو 1200 W فإن الكفاية الضوئية تساوى .

$$\eta = \frac{1200}{100} = 12\ Lm/w$$

جـ – الاستضاءة (E) Illuminance

وتعرف على أنها الفيض الضوئى الساقط عمودياً على وحدة المساحات ووحدتها (Lux) والتى تساوى(Lm/w^2) ونحصل عليها من المعادلة 1.2

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (Lm/m^2) \rightarrow 1.2$$

حيث إن :

مساحة السطح العمودى على الأشعة الضوئية m^2 A

د – شدة الاستضاءة **Luminous Intensity (I)**

ونعرف شدة استضاءة مصدر ضوئى موضوع عند مركز كرة بأنها النسبة بين الفيض الضوئى على سطح الكرة والزاوية الفراغية W للكرة ، والتى تساوى 4π، ونحصل عليها من المعادلة 1.3

$$I = \frac{\phi}{w} \quad (cd) \to 1.3$$

حيث إن :

شدة الاستضاءة بالشمعة (cd) I

الفيض الضوئى (Lm) ϕ

هـ – النصوع **Luminance (L):**

يعرف نصوع أى سطح بأنه شدة استضاءة وحدة المساحات ونحصل عليه من المعادلة 1.4

$$L = \frac{I}{A} \quad cd/m^2 \to 1.4$$

ويمكن أن يكون النصوع لسطح مضىء أو سطح يسقط عليه الضوء من مصدر ضوئى ثم يعيد إشعاعه.

د – دليل ثبات الألوان **General colour rendering Index**

ويعرف هذا الدليل بأنه استطاعة المصدر الضوئى على المحافظة على ألوان الأجسام بدون تغير ، ويكون دليل ثبات الألوان لمصدر إضاءة صناعى 100 عندما يوجد تطابق بين لون الأجسام الظاهرة تحت ضوء هذا المصدر الصناعى ، مع لون الأجسام الظاهرة تحت الضوء الطبيعى (الشمس) .

وكلما قل هذا المعامل عن 100 دل على أنه يوجد تغير كبير فى ألوان الأجسام .

١ / ٢ – شروط الإضاءة الجيدة فى المبانى

فيما يلى أهم الشروط الواجب توافرها فى الإضاءة داخل المبانى لتعطى المناخ المناسب للرؤية الطبيعية والمريحة :

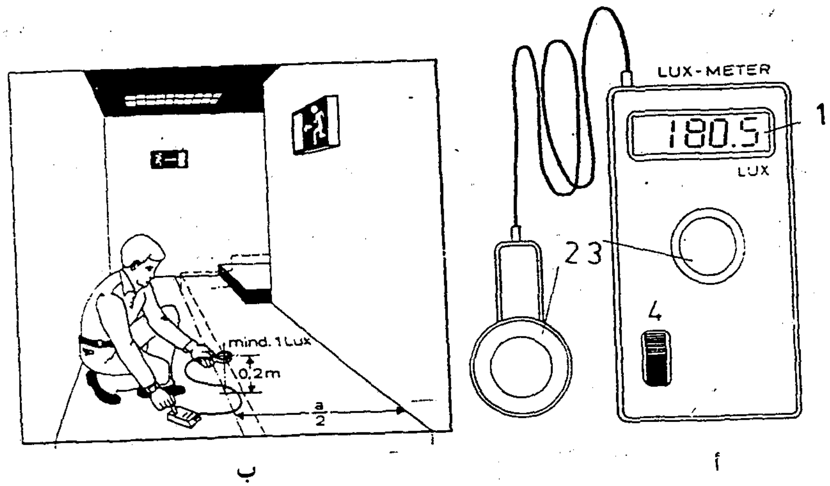
١ – أن تكون الإضاءة مجانسة داخل الغرفة الواحدة، بحيث لا توجد مناطق بها ظل نتيجة لأجزاء الأثاث الموجودة ويمكن تحقيق ذلك بالتوزيع الجيد لوحدات الإضاءة.

٢ – أن تكون الاستضاءة المتوسطة بوحدة **Lux** داخل الغرفة يطابق الاستضاءة المطلوبة ، والتى تعتمد على طبيعة استخدام الغرفة.

٣ – ينصح بعدم استخدام مصابيح بدون وحدات إضاءة Luminiares لتجنب إجهاد العين ، نتيجة لوجود نصوع على سطح المصباح.

والجدير بالذكر أنه يستخدم جهاز قياس الاستضاءة Lux meter لتعيين الاستضاءة المتوسطة داخل الغرف ، وذلك عند مستوى الرؤية (على ارتفاع 0.85m من مستوى الأرض).

والشكل (١ / ١) يعرض مسقطاً أفقياً لأحد أجهزة قياس الاستضاءة (أ) وطريقة استخدام الجهاز لقياس الاستضاءة (ب)



ب   أ

الشكل (١ – ١)

حيث إن:

شاشة رقمية لعرض قيمة الاستضاءة 1

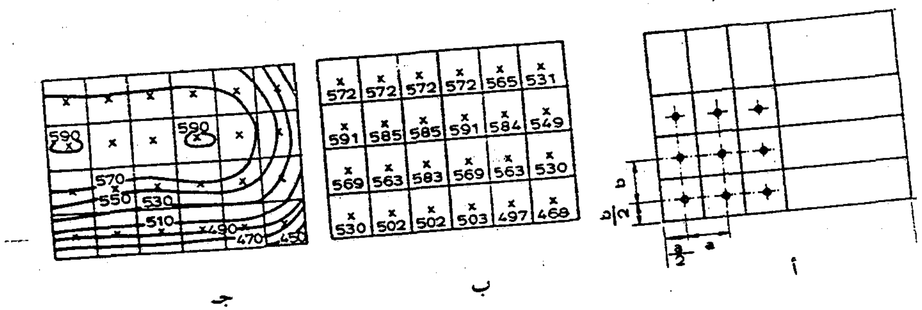
عدسة استقبال الأشعة الضوئية 2

مفتاح دوار لاختيار مدى القياس 3

مفتاح التشغيل والفصل 4

وحتى يتسنى لنا تعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة ما، نقسم الغرفة لعدد من المربعات أطوالها تتراوح ما بين (0.5 : 2m) تبعاً لأبعاد الغرفة ، ونعين الاستضاءة عند مركز كل مربع على ارتفاع 0.85m (مستوى العمل)؛ وذلك باستخدام جهاز قياس الاستضاءة ، وتدون كل قراءة داخل المربع الخاص بها ، وتكون الاستضاءة المتوسطة مساوية مجموع هذه القراءات مقسوماً على عدد المربعات . والشكل (١–٢) يبين مراحل تعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة . ففى الشكل (أ) يتم تقسيم الغرفة بواسطة الطباشير إلى مربعات أو مستطيلات أبعادها axb حيث إن b و a تتراوح ما بين (0.5 : 2m) . والشكل (ب) يبين طريقة وضع قراءات القياس على الرسم البيانى للغرفة. والشكل (جـ) يوضح طريقة عمل خطوط تساوى الاستضاءة Isolux للغرفة علماً بأن الاستضاءة المتوسطة فى هذه الحالة تساوى:

$$E = \frac{572+591+\ldots\ldots 468}{24} = 528 \text{ Lux}$$



الشكل (١ – ٢)

والجدير بالذكر أن الطريقة التى شرحناها لتعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة تسمى بقياسات الموقع وهى مفيدة للغاية؛ وذلك عند استلام المنشآت من المقاولين للتأكد من أن الاستضاءة المتوسطة تساوى الاستضاءة المطلوبة ، وكذلك للتأكد من تجانس الاستضاءة، وذلك بعمل خطوط تساوى الاستضاءة ، ففى حالة عدم وجود تداخلات بين هذه الخطوط دل على تجانس الاستضاءة . وكذلك يجب ألا تقل النسبة المئوية بين أقل استضاءة وأكبر استضاءة عن 75%.

١ / ٣ – مصادر الإضاءة الصناعية

تعتبر المصابيح الكهربية هى مصادر الإضاءة الصناعية حيث تقوم بتحويل القدرة الكهربية إلى قدرة ضيائية ، ويوجد أنواع متعددة من المصابيح الكهربية تختلف فيما بينها فى الشكل ، وفى نظرية عملها ، ويمكن تقسيم المصابيح الكهربية بصفة عامة إلى :

أ – المصابيح الفتيلية ويندرج تحتها ما يلى :

١– المصابيح المتوهجة .

٢– مصابيح التانجستين .

٣– المصابيح العاكسة .

ب – مصابيح التفريغ الغازى ويندرج تحتها ما يلى :

١– مصابيح الفلورسنت Flourescent lamps

٢– مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى HPM

٣– مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى HPS

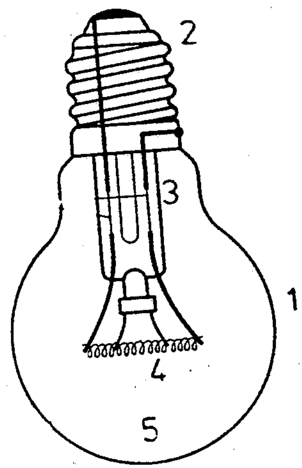
٤– مصابيح الهاليد المعدنى Metal Halide lamps

٥– مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض SOX

٦– مصابيح الضوء المختلط Blended light lamp

١/٣/١- المصابيح المتوهجة ومصابيح التانجستين – هالوجين

الشكل (١-٣) يعرض مسقطاً رأسياً لمصباح متوهج ويتكون من غلاف زجاجي بصيلى الشكل (١) من النوع الشفاف أو المصنفر ، وللمصباح قاعدة نحاسية (2) لتوصيل المصباح بالمصدر الكهربى ، ويثبت على هذه القاعدة بداخل الغلاف الزجاجى حامل زجاجى (3) يحمل فتيلة من التانجستين (4). وعند توصيل التيار الكهربى للمصباح المتوهج ؛ تتوهج الفتيلة بالحد الذى يجعلها تبعث الضوء ، ويعمل الغاز الخامل الموجود (5) داخل المصباح على منع تبخر معدن الفتيلة ومنع أكسدتها عن درجات الحرارة العالية .



الشكل (١ – ٣)

وعادة فإن قاعدة المصباح المتوهج تكون مسننة كما هو موضح بالشكل أو بمسمارين.

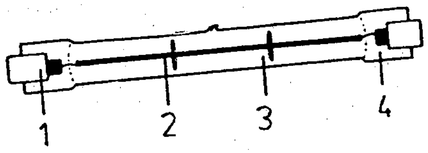
وتعتبر المصابيح المتوهجة منخفضة الجودة إذ أن الكفاية الضوئية لهذه المصابيح تتراوح ما بين (10:15LM/W)، ويصل عمرها 1000 ساعة تشغيل ، فى حين يصل دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح 100 أى أن الألوان تظهر كما هى عند استخدام هذه المصابيح .

والجدول (١-١) يعرض الخواص الفنية لمجموعة المصابيح المتوهجة بقدرات مختلفة.

الجدول (١-١)

القدرة W	60	75	100	150	200	300	500	1000
الفيض الضوئى عند جهد 220 v Lm	730	960	1380	2220	3150	5000	8400	18800
الكفاية الضوئية Lm/w	12.2	12.8	13.8	14.9	15.8	16.7	16.8	18.8

والجدير بالذكر أن مصابيح التانجستين – هالوجين لا تختلف فى التركيب عن المصابيح المتوهجة العادية سوى فى إضافة غاز الهالوجين للغاز الخامل الموجود بداخل المصابيح . ويتميز غاز الهالوجين بأنه يتحد مع بخار التانجستين ، ويتحلل هذا الخليط عند تعرضه للحرارة الشديدة لفتيلة التانجستين فيترسب التانجستين مرة ثانية على الفتيلة وغاز الهالوجين يعيد دورته مرة أخرى . ويتميز مصباح التانجستين – هالوجين بصغر حجمه وارتفاع الكفاية الضوئية له ، والتى تصل إلى 20Lm/w ، وطول عمره الذى يصل إلى 2000 ساعة تشغيل ، كما أن دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح يساوى 100 أى أن جميع الألوان تظهر بدون تغير تحت ضوء مصباح التانجستين – هالوجين. والشكل (١-٤) يعرض نموذجاً لمصباح تانجستين– هالوجين.



الشكل (١ – ٤)

1 طرف معزول للمصباح .

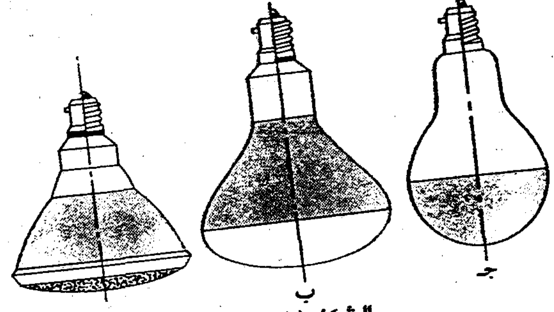
2 فتيلة من التانجستين

3 غاز الهالوجين .

4 غلاف من الزجاج له مقاومة شديدة للتمدد والتقلص الناتج عن الخدمة.

١/٣/٢ – المصابيح العاكسة

الشكل (١ – ٥) يعرض أنواعاً مختلفة من المصابيح العاكسة .



الشكل (١ –٥)

وتنقسم المصابيح العاكسة إلى نوعين تبعاً لطبيعة تركيبها وهما :

١– مصابيح عاكسة بزجاج مضغوط ، فالشكل (أ) يبين مصباحاً عاكساً بزجاج مضغوط تحتوى على سطح مرآوى عاكس عند رقبة المصباح، في حين أن عدسة المصباح تصنع من زجاج شفاف ، وتصمم لإعطاء توزيع معين للإضاءة ، على سبيل المثال مصباح بإضاءة موضعية ، ويستخدم في الديكورات ، ومصباح بإضاءة غامرة، ويستخدم في الإضاءة الغامرة .

الجدير بالذكر أنه توجد أنواع من هذه المصابيح تكون بعدسات ملونة وتستخدم فى الديكورات .

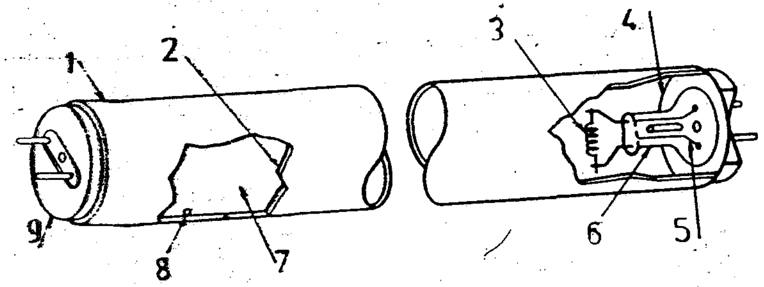
٢– مصابيح عاكسة بزجاج مشكل بالنفخ بعاكس عند الرقبة على شكل قطع ناقص وهذا النوع مبين بالشكل (ب) حيث يكون وجه المصباح من الزجاج المصنفر (المثلج) .

٣– مصابيح عاكسة بزجاج مشكل بالنفخ بعاكس مرآوى موضوع عند وجه المصباح على شكل نصف كروى وهذا النوع مبين بالشكل (جـ) حيث يكون باقى سطح المصباح مصنفراً أو شفافاً .

وعادة فإن المصابيح العاكسة المشكلة بالنفخ تتميز بقدراتها الصغيرة لذلك فهى مثالية للاستخدام فى الإضاءة الداخلية ، وتحتاج هذه المصابيح إلى عواكس خارجية لإعطاء توزيع الإضاءة المطلوب .

١/٣/٣ – مصابيح الفلورسنت

الشكل (١–٦) يعرض قطاعاً فى مصباح فلورسنت



الشكل (١–٦)

حيث إن :

أنبوبة زجاجية على شكل مستقيم وأحياناً تكون مستديرة أوعلى شكل U	1
طبقة داخلية من الفوسفور لتحويل الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة مرئية	2
الكاثود ويصنع من فتيلة من التانجستين	3
أنبوبة إخراج الهواء أثناء التصنيع واستبداله بغاز خامل	4
أسلاك توصيل الكاثود مع قاعدة المصباح	5
قاعدة زجاجية للكاثود	6
غاز خامل وعادة يكون آرجون	7
قطرة من الزئبق	8
قاعدة المصباح	9

فعند مرور التيار الكهربى فى فتائل التانجستين ترتفع درجة حرارتها إلى 100 درجة مئوية فيحدث تفريغ غازى بين الفتيلتين ، وينتج عن ذلك أشعة فوق بنفسجية ، وهى غير مرئية ويقوم مسحوق الفلورسنت المبطن للمصباح بتحويل هذا الشعاع الغير مرئى إلى شعاع مرئى ، ويعتمد لون الشعاع الضوئى المنبعث من هذه المصابيح على نوع مسحوق الفلورسنت المبطن للجدار الداخلى للأنبوبة الزجاجية للمصباح . وتعد مصابيح الفلورسنت البيضاء هى أكثر المصابيح الفلورسنت

إنتشاراً لاستخدامها فى الإضاءة العامة ، ويمكن تقسيم المصابيح الفلورسنت البيضاء تبعاً للون الضوء المنبعث منها إلى عدة أنواع مبينة بالجدول (١-٢)

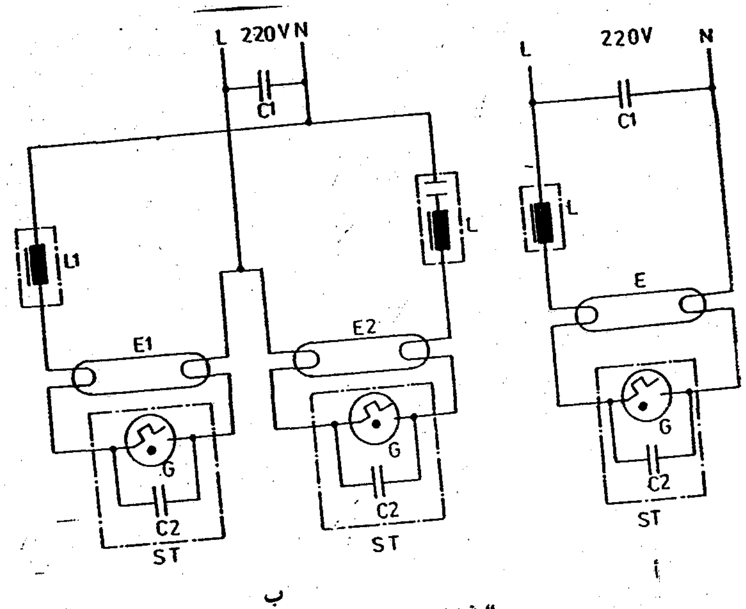
الجدول (١-٢)

دليل ثبات الألوان	لون الأشعة الضوئية	النوع بالإنجليزية	النوع بالعربية
61	أبيض	White	أبيض
85:100	أبيض يميل إلى الزرقة	Day light	ضوء النهار
85:100	أبيض يميل إلى الإصفرار	Cool white	أبيض بارد
85:100	أبيض يميل إلى الحمرة	warm white	أبيض دافئ
70:84	أحمر	neutral	طبيعى

وتوجد عدة أنواع مختلفة لدوائر المصابيح الفلورسنت وهم كما يلى :

أولا: دوائر المصابيح الفلوسنت ذات التسخين المسبق.

فالشكل (١-٧) يعرض دائرتين لتشغيل مصابيح فلورسنت بتسخين مسبق.



الشكل (١-٧)

فالشكل (أ) يعرض دائرة تشغيل مصباح فلورسنت ، وتتكون من

مكثف لتحسين معامل قدرة المصباح C1

مكثف لتقليل تداخل الراديو أثناء بدء المصباح C2

مفتاح متوهج G

بادئ S

المصباح E

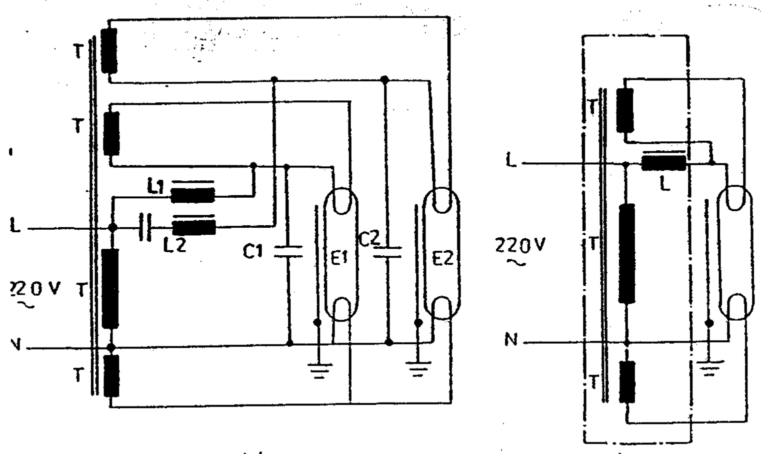
ملف خانق L

فعند توصيل التيار الكهربى للمصباح ، ينتقل هذا الجهد على طرفى المفتاح المتوهج G ، فيؤدى ذلك إلى توهج هذا المفتاح ، فيغلق هذا المفتاح ريشته ، وعندئذ يمر تيار عبر فتيلتى المصباح ، وتبدأ عملية التسخين ، وخلال بضع ثوان (2:4S) تكون ريشة المفتاح المتوهج G قد بردت ، فتفتح مرة أخرى وينقطع مرور التيار فى الدائرة ، فينتج عن ذلك قوة دافعة كهربية تتولد على أطراف الملف الخانق L ، وهذا الجهد كاف لإحداث تفريغ غازى بين فتيلتى المصباح ويضى المصباح ، ويصبح فرق الجهد بين فتيلتى المصباح صغير وغير كاف لتوهج مفتاح التوهج وأحياناً يحدث فشل فى مرة البدء الأولى ، الأمر الذى يؤدى إلى تكرار عملية البدء عدة مرات .

ومن المشاكل المعروفة عند استخدام مصابيح الفلورسنت ظاهرة الارتعاش Flickeringحيث يحدث ارتعاش للضوء المنبعث من المصباح بتردد يساوى ضعف تردد المصدر وهذا يؤثر على رؤية الأجسام فتظهر عدة خيالات عند رؤية الأجسام المتحركة تحت إضاءة مصابيح الفلورسنت ، وللتغلب على هذه المشكلة يستخدم مصباحان فلورسنت داخل وحدة الإضاءة الواحدة بحيث يوجد اختلاف فى الوجه بينهما كما بالشكل (ب) فيلاحظ أن الملف الخانق للمصباح E2 يوصل معه مكثف على التوالى؛ علماً بأنه يوجد حل آخر للتغلب على مشكلة ظاهرة الارتعاش ، وهو تقسيم وحدات الإضاءة الفلورسنت للغرفة على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى .

ثانياً - دوائر المصابيح الفلورسنت سريعة البدء RS :

الشكل (١-٨) يعرض دوائر تشغيل المصابيح الفلورسنت السريعة البدء.



ب أ

الشكل (١-٨)

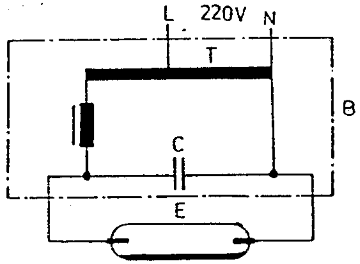
فالشكل (أ) يعرض دائرة تشغيل مصباح فلورسنت سريع البدء ، وتتكون من محول بملفين ثانويين T وملف خانق L، ويوصل كل ملف ثانوى للمحول بالتوازى مع فتيلة للمصباح الفلورسنت ، وذلك من أجل تسخين الفتيلة .

والجدير بالذكر أن مصابيح الفلورسنت سريعة البدء لا تحتاج لبادئ تقليدى st كالمستخدم فى مصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق ، ولكن تحتاج لشريط إشعال خارجى ، وهو عبارة عن شريط يمدد بالتوازى مع المصباح وموصل بالأرضى ، ويكون عرض هذا الشريط 25 mm، ويوضع على مسافة 18: 25 mm من المصباح وهو يعمل على إزالة المجال الكهربى بين الفتايل . وعادة تكون مصابيح الفلورسنت السريعة البدء مغطاة بطبقة شفافة وعازلة لمنع انتقال الرطوبة لداخل المصباح ، لأن الرطوبة تؤثر على بدء هذا النوع من المصابيح . والشكل (ب) يعرض دائرة تشغيل مصباحى فلورسنت سريعا البدء موضوعين داخل وحده إضاءة واحدة ، ويلاحظ وجود فرق فى الوجه بين المصباح E_1 والمصباح E_2 الأمر الذى يمنع حدوث ظاهرة الارتعاش .

والجدير بالذكر أن الكفاية الضوئية لمصابيح الفلورسنت سريعة البدء أقل من مثيلتها لمصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق والتى تحتاج لبادئ تقليدى Starter (st).

ثالثاً - دوائر مصابيح الفلورسنت اللحظية البدء:

الشكل (١-٩) يعرض دائرة مصباح فلورسنت لحظى البدء ويلاحظ أن المصباح له قاعدتين كل منها بمسار واحد ويستخدم فى تشغيل هذا المصباح وحدة كبح Ballast unit تحتوى على محول ذاتى T وملف خانق L ومكثف C وعند توصيل المصدر الكهربى بأطراف الدائرة يقوم المحول الذاتى T برفع الجهد المسلط على أطراف المصباح إلى 400:1000 V فيعمل على بدء التفريغ الغازى داخل أنبوبة المصباح وعند حدوث التفريغ الغازى يقوم الملف الخانق بتقليل الجهد على طرفى المصباح ليصبح مساوياً الجهد المقنن للمصباح ويقوم المكثف C بتحسين معامل قدرة المصباح.



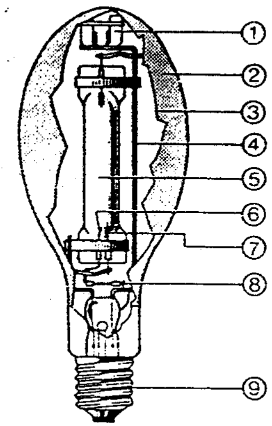
الشكل (١-٩)

١ / ٣ / ٤ - مصابيح بخار الزئبق ذات الضغط العالى

يتكون مصباح بخار الزئبق ذات الضغط العالى من أنبوبة من الكوارتز بقطبين رئيسيين من التانجستين، وكذلك قطب مساعد لبدء الإشعال وتملئ أنبوبة الكوارتز بخليط من الزئبق وكمية صغيرة من الأرجون، وعند توصيل جهد المصدر بالمصابيح يحدث انهيار كهربى فى الفجوة الهوائية الموجودة بين القطب المساعد والقطب الأساسى المجاور له يؤدى إلى حدوث تفريغ توهجى يعمل على إحداث تأين لغاز الأرجون؛ الأمر الذى يؤدى إلى حدوث تفريغ قوسى بين القطبين الرئيسيين؛ ونتيجة للحرارة المتولدة من التفريغ القوسى يتبخر الزئبق وينتقل القوس الكهربى من غاز الأرجون للزئبق المتبخر وفى هذه الحالة ينعدم فرق الجهد بين القطب المساعد والقطب الرئيسى، وينطفىء التفريغ التوهجى. ويعمل انتقال القوس الكهربى من غاز

الأرجون لبخار الزئبق على تغيير لون ضوء المصباح من اللون الأزرق الخاص بالتفريغ القوسى للأرجون إلى اللون الأخضر الخاص بالتفريغ القوسى للزئبق. وتحتاج عملية بدء المصباح حوالى خمس دقائق. والشكل (١ – ١٠) يبين قطاعاً لمصباح بخار زئبق ضغط عالى.

حيث إن:



الشكل (١ – ١٠)

ركيزة على شكل ياى	1
بصيلة زجاجية	2
طبقة فوسفورية	3
ركيزة وموصل	4
أنبوبة كوارتز	5
قطب مساعد	6
قطب رئيسى	7
مقاومة بدء	8
قاعدة مسننة	9

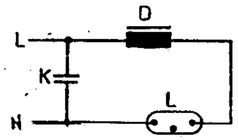
وتتوفر مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى فى صورتى وهما :

أ – مصباح زئبق ببصيلة شفافة، ويعطى ضوء لونه أبيض مائل للزرقة؛ علماً بأن هذا الضوء لا يحتوى على أشعة حمراء، الأمر الذى يؤدى لظهور الأجسام ذات اللون الأحمر بمظهر معتم، وتتراوح الكفاية الضيائية لهذه المصابيح ما بين (40:50Lm/w) أما دليل الألوان فيساوى 20 وهو سيئ للغاية.

ب– مصباح زئبق ببصيلة مبطنة بطبقة فوسفورية، ويتميز هذا المصباح بإضاءته المحسنة مقارنة بالنوع السابق، حيث تظهر الأشعة الحمراء فى ضوءه، ويصل دليل ثبات الألوان لهذا النوع إلى 50، وبصفة عامة فإن مصابيح الزئبق تتميز بعمرها الطويل الذى يصل إلى 24000 ساعة تشغيل بشرط ألا يقل زمن التشغيل فى كل مرة بدء عن ساعتين، وتتوفر هذه المصابيح بقدرات تتراوح ما

بين 50:2000W ، وتستخدم هذه المصابيح فى إضاءة الشوارع والإضاءة الداخلية مثل إضاءة المصانع والورش.

والشكل (١ – ١١) يبين مخطط توصيل مصباح الزئبق ذات الضغط العالى؛ والذى تتراوح قدرته ما بين 50:2000W.



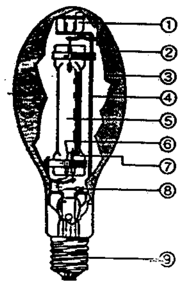
الشكل (١ – ١١)

حيث إن :

مكثف لتحسين معامل القدرة	K
ملف خانق	D
المصابح	L

١ / ٣ / ٥ – مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى SON

تعتبر هذه المصابيح من أحدث مصابيح التفريغ الغازى إذا أن لها كفاية ضوئية تساوى ضعف الكفاية الضوئية لمصابيح الزئبق والشكل (١ – ١٢) يعرض قطاعاً فى مصابيح صوديوم ضغط عالى.



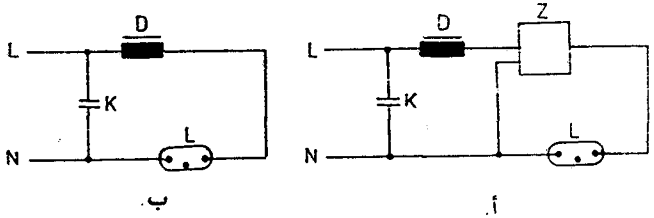
الشكل (١ – ١٢)

حيث إن :

ركيزة على شكل ياى للمحافظة على وضع أنبوبة التفريغ	1
موصلات توصيل	2
بصيلة مصنوعة من الزجاج القاسى	3

أنبوبة التفريغ	4
طبقة من الفوسفور	5
غطاء نهاية أنبوبة التفريغ	6
ركيزة وموصل	7
حلقة تحافظ على تفريغ عالى	8
قاعدة مسننة	9

وتصنع أنبوبة التفريغ الغازى من أكسيد الألومنيوم المتلبد ؛ والذى لا يتأثر بالصوديوم عند درجات الحرارة العالية. وتصل الكفاية الضوئية لهذه المصابيح إلى 120Lm/w؛ فى حين أن دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح يصل إلى 23، والعمر المتوسط لها يصل إلى 24000 ساعة، وتتراوح قدرات هذه المصابيح ما بين (35:1000W)، وتتواجد فى صورتين؛ الصورة البصيلية، والصورة الأنبوبية، وتستخدم هذه المصابيح فى إضاءة الشوارع، وإضاءة الورش والمصانع والشكل (١-١٣) يعرض دوائر توصيل مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى.



الشكل (١-١٣)

حيث إن:

ملف خانق	D
مكثف تحسين معامل القدرة	K
بادئ إلكترونى	Z
المصباح	L

علماً بأن طريقة التوصيل المبينة بالشكل (أ) تستخدم مع المصابيح البصيلية المبطنة والتى قدرتها تتراوح ما بين 50:350W.

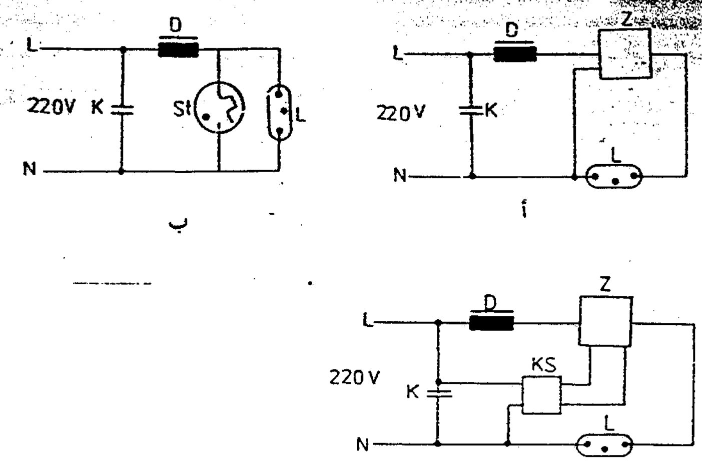
وطريقة التوصيل المبينة بالشكل (ب) تستخدم مع المصابيح البصيلية أو الأنبوبية التى تتراوح قدرتها ما بين 150:1000w.

وتحتاج مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى إلى (4:7) دقيقة للبدء؛ فى حين تحتاج لدقيقة واحدة لإعادة البدء، وذلك عند استخدام وحدة بدء إلكترونية Z.

١ / ٣ / ٦ - مصابيح الهاليد المعدنى

تتشابه تركيب مصابيح الهاليد المعدنى مع تركيب مصابيح الزئبق عدا أن أنبوبة التفريغ الزئبقية تستبدل بأنبوبة تفريغ هاليد معدنى، وتحتوى على واحد أو أكثر من الهاليدات المعدنية مثل يوديد الصوديوم بالإضافة إلى الزئبق، فعند توصيل جهد عالٍ بالمصباح من وحدة بدء إلكترونية يحدث تفريغ متوهج بين القطب المساعد والقطب الرئيسى، وسرعان ما يتحول إلى تفريغ قوسى بين القطبين فى الغاز الحامل، ثم ينتقل إلى بخار الزئبق، وأخيراً ينتقل إلى بخار الهاليد المعدنى، ويمكن التمييز بين مصباح الهاليد المعدنى ومصباح بخار الزئبق ذات الضغط العالى والذى له نفس القدرة فى أن أنبوبة التفريغ لمصباح الهاليد المعدنى صغيرة الحجم، وأطرافها مطلية بطبقة عاكسة، وتصل الكفاية الضوئية لهذه المصابيح إلى 100Lm/w فى حين أن دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح يصل إلى 90، والعمر المتوسط لها يصل إلى 6000 ساعة تشغيل، وتتراوح قدرات هذه المصابيح ما بين 75:3500W وتتواجد هذه المصابيح فى صورة بصيلية وصورة أنبوبية، وتستخدم هذه المصابيح فى إضاءة الملاعب والورش والمصانع... إلخ، وبصفة عامة فإن هذه المصابيح تستخدم فى الإضاءة الداخلية والخارجية التى تحتاج لإضاءة غامرة.

والشكل (١-١٤) يبين الدوائر المختلفة لتوصيل مصابيح الهاليد المعدنية.



الشكل (١-١٤)

حيث إن :

مكثف تحسين معامل القدرة	K
مفتاح تأخير زمنى	KS
ملف خانق	D
مصباح هاليد معدنى	L
بادئ متوهج	St
وحدة بدء إلكترونية	Z

والجدول (١-٣) يعرض أشكال مصابيح الهاليد المعدنية وقدراتها وجهد التشغيل والتى يستخدم معها الدوائر المبينة بالشكل السابق.

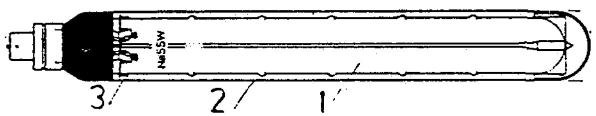
الجدول (١ - ٣)

الشكل (١-١٤)	جهد التشغيل (V)	قدرة المصباح (W)	شكل المصباح
أ ، ب	220	75:1000	بصيلى ومبطن
أ، ب	220	75:1000	أنبوبة بقاعدة واحدة
	380	2000:3500	
أ، ب، جـ	220	75:1000	أنبوبة بقاعدتين
	380	2000:3500	

والجدير بالذكر أن مصابيح الهاليد المعدنى تحتاج إلى خمس دقائق للوصول إلى إضاءتها القصوى، وتحتاج إلى 15 دقيقة لإعادة الإشعال بعد الإطفاء، وذلك حتى تبرد أنبوبة التفريغ ، وهذا لا يحدث مع مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى غير أن طول هذه الفترات فى حالة مصابيح الهاليد المعدنى أكبر من مثيلاتها فى حالة مصابيح الزئبق.

١ / ٣ / ٧ - مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض

الشكل (١-١٥) يعرض التركيب الداخلى لمصباح الصوديوم ذات الضغط المنخفض.



الشكل (١-١٥)

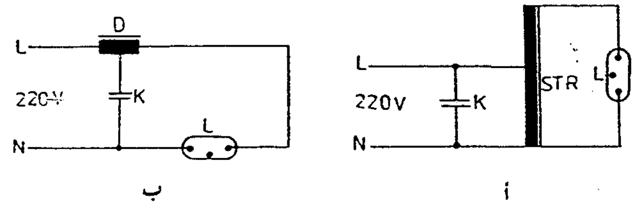
ويتكون من أنبوبة تفريغ على شكل U (أ) موضوعة داخل أنبوبة زجاجية مفرغة (2)، ويوجد على أطراف أنبوبة التفريغ فتيلتان مكسيتان بمادة إنبعاثية، وعند

تسخين الفتيلتان يبدأ التفريغ فى الغاز الخامل، ثم ينتقل هذا التفريغ إلى الصوديوم؛ وذلك بمجرد تبخر الصوديوم، ويكون لون الضوء المنبعث من المصباح فى بادئ الأمر أحمر، ثم يتحول إلى اللون الأصفر ويتراوح زمن بدء المصباح ما بين (7:15) دقيقة.

والجدير بالذكر أن الأنبوبة الزجاجية تحافظ على درجة حرارة أنبوبة التفريغ عند 270C ، حيث تكون مغطاة من الداخل بطبقة رقيقة من أكسيد الأنديوم الذى يعكس بعض الأشعة على أنبوبة التفريغ ليحافظ على درجة حرارتها، ويصل دليل ثبات الألوان لمصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض إلى 45– وهو سيئ للغاية حيث لا يمكن تمييز الألوان تحت ضوئه، أما عمر المصباح فيصل إلى 15000 ساعة تشغيل فى حين أن الكفاية الضوئية لهذا المصباح تتراوح ما بين (110:220Lm/w)، ويلاحظ أنها تمثل أعلى كفاية ضوئية لمصابيح التفريغ الغازى.

وتستخدم هذه المصابيح عادة فى إضاءة الشوارع.

والشكل (١–١٦) يعرض دوائر تشغيل مصباح الصوديوم ذات الضغط المنخفض، فالدائرة أ لمصابيح قدرتها تتراوح ما بين 35:180W والدائرة (ب) لمصابيح قدرتها 18W.



الشكل (١–١٦)

حيث إن:

مكثف تحسين معامل قدرة K

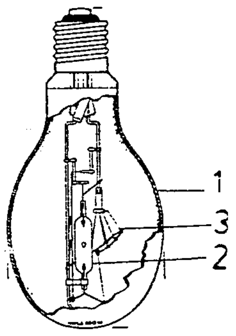
محول ذاتى T

ملف كابح D

مصباح تفريغ غازى L

١/٣/٨– مصابيح الضوء المختلط

الشكل (١–١٧) يعرض التركيب الداخلى لمصباح الضوء المختلط، ويتكون من بصيلة مبطنة بمادة فوسفورية (1) وتحتوى بداخلها على أنبوبة التفريغ الزئبقية 2 وتوصل هذه الأنبوبة بفتيلة تانجستين 3 تعمل ككابح، لذلك فإن مصباح الضوء المختلط لا يحتاج لوحدة كبح خارجية.



الشكل (١–١٧)

وعند توصيل التيار الكهربى بمصباح الضوء المختلط تضىء فتيلة التانجستين وكذلك تضىء أنبوبة التفريغ الزئبقية.

والجدير بالذكر أن الضوء الناتج من المصباح يكون مريحاً للعين، ويصل دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح إلى 70؛ فى حين تصل الكفاية الضوئية لهذا المصابيح إلى (25lm/w) ويصل عمر هذه المصابيح إلى 6000 ساعة تشغيل.

وتستخدم هذه المصابيح بدلاً من المصابيح المتوهجة فيمكن استبدال مصباح متوهج بآخر بضوء مختلط بدون الحاجة لوحدة كبح Ballast.

١/٤– وحدات الإضاءة Luminaires

تحتوى وحدة الإضاءة علي جميع العناصر اللازمة لتشغيل المصباح الكهربى على سبيل المثال حامل المصباح والملف الكابح ووحدة البدء ولوحدة الإضاءة عدة وظائف نذكر منها ما يلى:

– توزيع الضوء المنبعث من المصباح بالطريقة المرغوبة، والتى تعتمد على التصميم؛ وذلك باستخدام النواشر الضوئية والعواكس الضوئية والعدسات

– الحد من مستوى النصوع وصولا لقيمة غير مجهدة للعين.

– المحافظة على المصباح ومرفقاته من الظروف الخارجية مثل الأتربة والماء والعمل على تشتيت الحرارة المتولدة.

– إعطاء المنظر الجمالى للوصول للديكور المطلوب.

والجدير بالذكر أن لكل وحدة إضاءة درجة حماية تعطى فكرة عن إمكانية وحدة الإضاءة لمنع تسرب الأتربة أو الماء بداخلها.

ودرجة الحماية تعطى بياناً عن استخدامات وحدة الإضاءة، وتأخذ درجة الحماية الصورة IPx.y، حيث إن x,y أعداد، أما x فيمثل الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل وحدة الإضاءة؛ فى حين أن y يمثل الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب الماء داخل وحدة الإضاءة.

والجدول (١–٤) يعطى القيم المختلفة لكل من x,y ومدلولاتها.

الجدول (١–٤)

وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة		وقاية ضد تسرب الماء	
x	البيان	y	البيان
0	بدون وقاية	0	بدون وقاية
1	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 50 ملى متر	1	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة عموديا داخل الجهاز
2	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 12 ملى ميتر	2	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 15 درجة مع الاتجاه الرأسى
3	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 2.5 ملى ميتر	3	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 60 درجة مع الاتجاه الرأسى
4	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 1 ملى متر	4	وقاية ضد دخول رزاز الماء من جميع الاتجاهات
5	وقاية ضد تسرب الأتربة الضارة	5	وقاية ضد دخول رزاز الماء بشكل نافورة فى جميع الاتجاهات
6	وقاية كاملة ضد تسرب الأتربة	6	وقاية ضد الغمر داخل الماء لمدة صغيرة
–		7	وقاية كاملة ضد الغمر داخل الماء
		8	وقاية كاملة ضد الغمر لأى فترة زمنية تحت ارتفاع معين من سطح الماء

مثال:

وحدة إضاءة لها درجة حماية IP55 يعنى هذا أن وحدة الإضاءة مصممة للوقاية من دخول الأتربة الضارة، وكذلك من تسرب الماء المندفع من نافورة من جميع الاتجاهات.

والجدول (١–٥) يبين درجات حماية وحدات الإضاءة المستخدمة فى بعض الأماكن.

الجدول (١-٥)

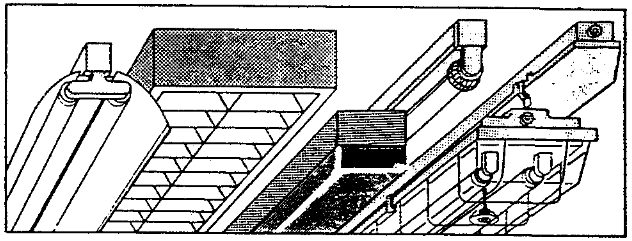
متطلبات أخرى	الدرجة	درجة الوقاية	معلومات إضافية	المكان
	IP20			إضاءة الأماكن الداخلية بدون أى متطلبات
	IP21	حماية من القطرات	عادى	الأماكن الرطبة والمبللة ثم الحمامات
	IP44	حماية من الطرطشة	فى منطقة دش الاستحمام	
بحماية من الاهتزازات والصدمات	IP23	بحماية من المطر		التركيبات الخارجية (إضاءة الشوارع)
غلاف له حماية من المواد المشتعلة	IP40	—	لا توجد أتربة قابلة للاشتعال	الأماكن المعرضة للحريق
	IP50	حماية من الأتربة	يوجد مواد مشتعلة	
تحتوى على قفص معدنى	IP50	حماية من الأتربة	يوجد إجهادات ميكانيكية وأتربة مشتعلة	
حماية من الصدأ	IP25	حماية من نافوره ماء	الأماكن الرطبة مثل حظائر المواشى	الأماكن الزراعية
بعزل وقائى	IP50	حماية من الأتربة	أماكن معرضة للحريق مثل مخازن الحبوب والدريس	
	▽F ▽F		وحدات إضاءة بداخلها ملفات كابحة وتثبت فى مبانى متعرضة للحريق وتصل درجة الحرارة فى هذه الأماكن لحظة الحريق إلى 200°C.	فى الأماكن المتعرضة للحريق، نتيجة لأتربة مشتعلة

١ / ٤ / ١ - وحدات إضاءة الفلورسنت

تستخدم وحدات الإضاءة الفلورسنت فى المنشآت المكتبية والمحلات التجارية وغرف الاجتماعات والفنادق والمتشفيات ، وكذلك المنشآت السكنية .

والجدير بالذكر أنه يوجد تصميمات عديدة من وحدات إضاءة الفلورسنت، منها ما هو بسيط، ومنها ما هو مركب ؛ بحيث يستخدم فى أغراض الإضاءة والديكور والتهوية فى آن واحد .

والشكل (١-١٨) يعرض نماذج مختلفة لوحدات إضاءة فلورسنت .



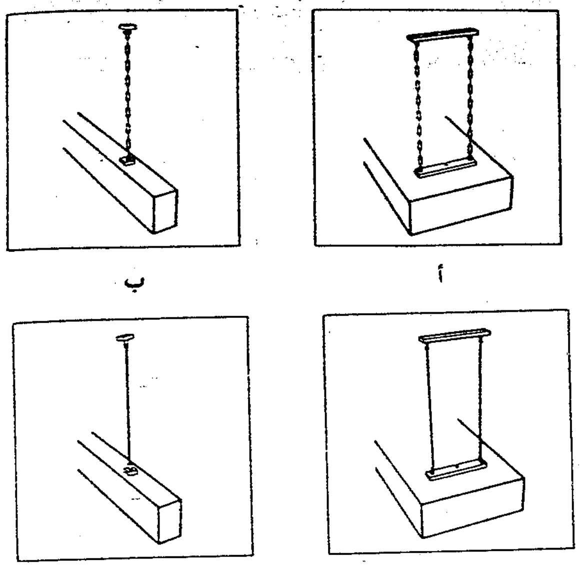
الشكل (١-١٨)

ويوجد عدة طرق لتثبيت وحدات إضاءة الفلورسنت وهم كما يلى :

أ - التعليق بسلاسل :

الشكل (١-١٩) يعرض أربعة نماذج مختلفة لتعليق وحدات إضاءة الفلورسنت باستخدام سلسلة بحلقات (الشكل أ) وباستخدام سلسلة كروية (الشكل ب) وباستخدام سلسلتين بحلقات (الشكل جـ) وباستخدام سلسلتين كرويتين (الشكل د) .

علماً بأن قطر السلك المصنوع به السلاسل الحلقية يساوى 1.5mm أو 2mm، وقطر السلاسل الكروية يساوى 4.5mm .

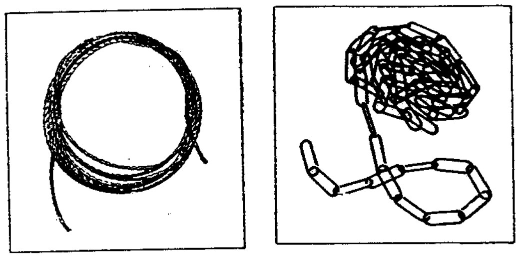


الشكل (١-١٩)

ب- التعليق بحبل من الصلب :

لا يختلف التعليق بحبل عن التعليق بسلاسل عدا أنه يستخدم حبل من الصلب قطره 1mm .

والشكل (١-٢٠) يعرض نموذجاً لسلسلة حلقية (أ)، ونموجاً لحبل من الصلب (ب).



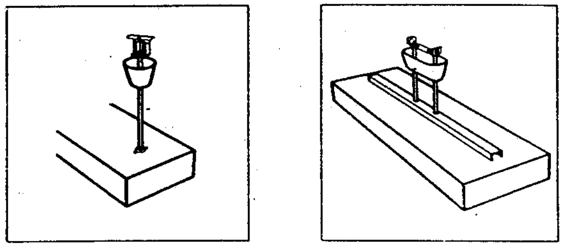
الشكل (١-٢٠)

جـ- التعليق بعمود :

حيث تستخدم أعمدة من الصلب مطلية باللون الأبيض فى تعليق وحدات إضاءة الفلورسنت قطرها 13mm وأطولها تتراوح ما بين (30:60Cm) .

والشكل (١-٢١) يوضح طرق التعليق بأعمدة من الصلب.

والجدير بالذكر أن هذه الأعمدة تشبه بحد كبير أعمدة الصلب المستخدمة فى تعليق مراوح السقف.

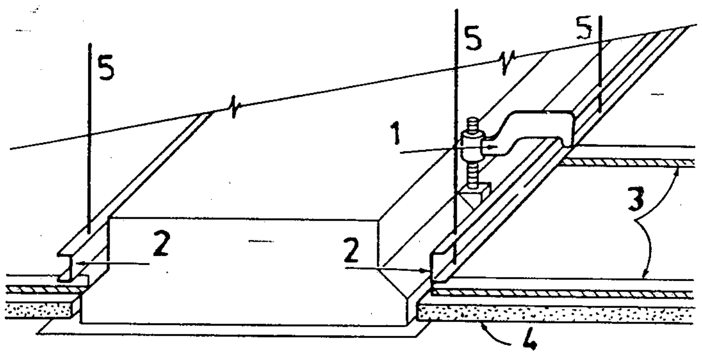


الشكل (١-٢١)

فالشكل (أ) يعرض طريقة التعليق بعمودين، والشكل (ب) يعرض طريقة التعليق بعمود واحد.

د- التثبيت فى الأسقف المعلقة Suspended Ceilings

الشكل (١-٢٢) يبين طريقة التثبيت فى الأسقف المعلقة باستخدام وسيلة تعليق على شكل علم.

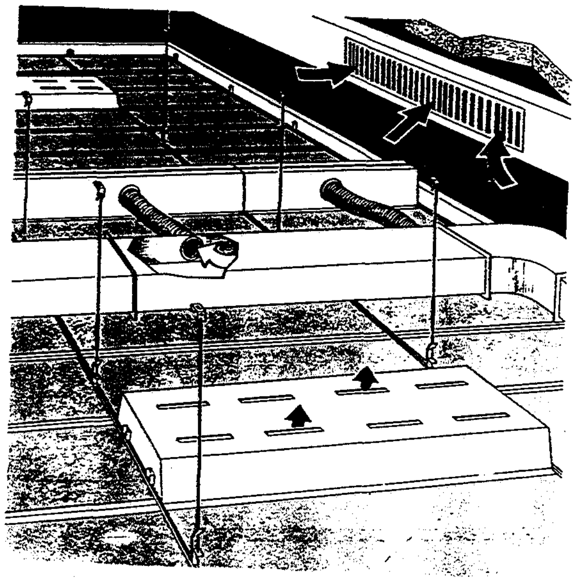


الشكل (١-٢٢)

حيث إن:

وسيلة تعليق على شكل علم	1
قضبان تثبيت وحدة الإضاءة	2
قضبان T لتعليق السقف المعلق	3
السقف المعلق	4
أحبال تعليق السقف المعلق	5

والجدير بالذكر أن الأسقف المعلقة تستخدم لإعطاء منظر جمالى للمكان ، بالإضافة إلى أنها تخفى قنوات أنظمة التكيف والشكل (١-٢٣) يعرض نموذجاً لسقف معلق يعمل على إخفاء قنوات التكييف بالإضافة إلى أنه يستخدم وحدات إضاءة فلورسنت مزودة بفتحات لإخراج هواء العادم .



الشكل (١-٢٣)

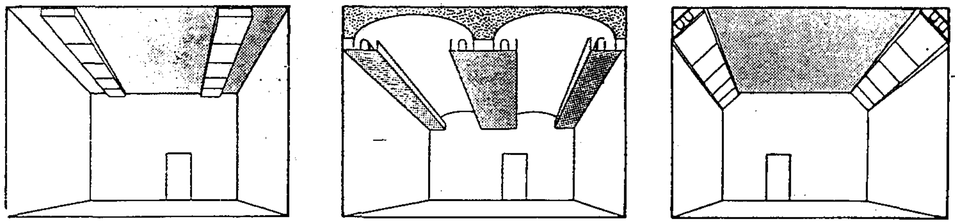
وفيما يلى أهم مميزات وحدات الإضاءة ذات مآخذ الهواء:

- تبدو كأنها وحدة إضاءة عادية.
- تتخلص من الحرارة المتولدة فيها مع خروج الهواء.
- عالية الجودة.
- مزودة بوسيلة لضبط معدل تصريف الهواء لمنع حدوث ضوضاء أثناء خروج الهواء.

وهذه المميزات جعلت هذه الوحدات مناسبة للاستخدام فى إضاءة الغرف الكبيرة.

هـ- التثبيت فى الأسقف الأساسية

الشكل (١-٢٤) يعضر عدة طرق لتثبيت وحدات إضاءة الفلورسنت فى الأسقف الثابتة ففى حالة الأسقف المستوية يتم التثبيت مباشرة فى السقف (الشكل أ) أو عند الأركان (الشكل ب) ، وفى حالة الأسقف التى على شكل أسنان منشار يتم التثبيت عند الأسنان (الشكل جـ).

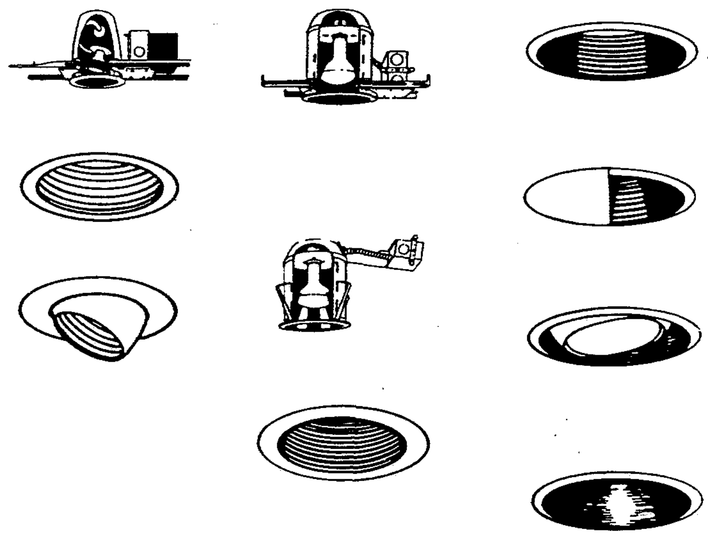


جـ ب أ

الشكل (١-٢٤)

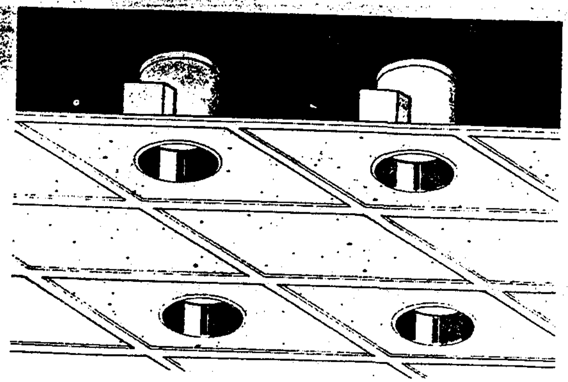
١ / ٤ / ٢- وحدات الإضاءة الأسطوانية والموضعية

يوجد من وحدات الإضاءة الأسطوانية أشكال مختلفة فبعضها يستخدم فى الإضاءة العامة، وبعضها يستخدم فى الإضاءة الموضعية. والشكل (١-٢٥) يعرض أنواعاً مختلفة من وحدات إضاءة أسطوانية تستخدم فى الإضاءة العامة وتثبت فى أسقف معلقة.



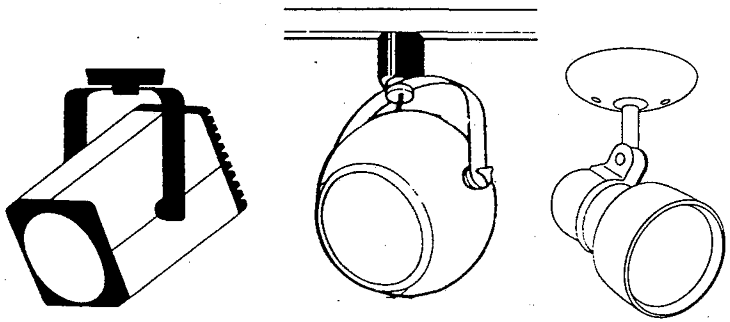
الشكل (١-٢٥)

أما الشكل (١-٢٦) فيبين طريقة تثبيت وحدات الإضاءة الأسطوانية فى الأسقف المعلقة.



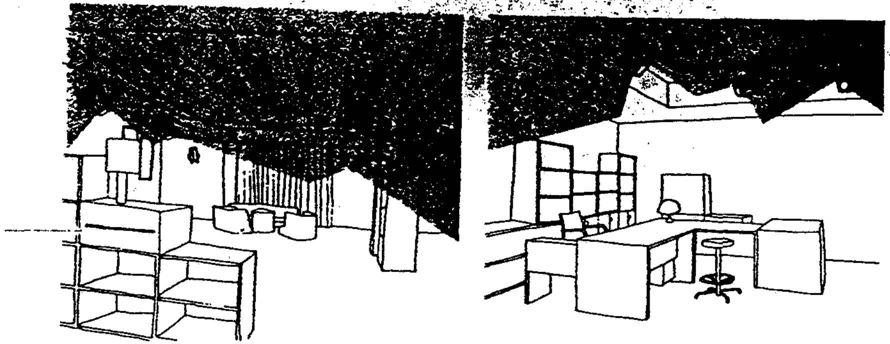
الشكل (١ - ٢٦)

وتستخدم وحدات الإضاءة الموضعية بدلاً من وحدات الإضاءة العامة في الأبنية الحديثة، لما تعطيه من جمال؛ حيث تتوفر وحدات الإضاءة الموضعية بأشكالٍ جميلة والشكل (١ - ٢٧) يعرض نماذج مختلفة لوحدات إضاءة موضعية تثبت بالسقف أو بالحائط.



الشكل (١ - ٢٧)

والشكل (١ - ٢٨) يوضح كيفية استخدام وحدات إضاءة موضعية لإضاءة غرفة مكتب (أ) وغرفة بفندق (ب) .



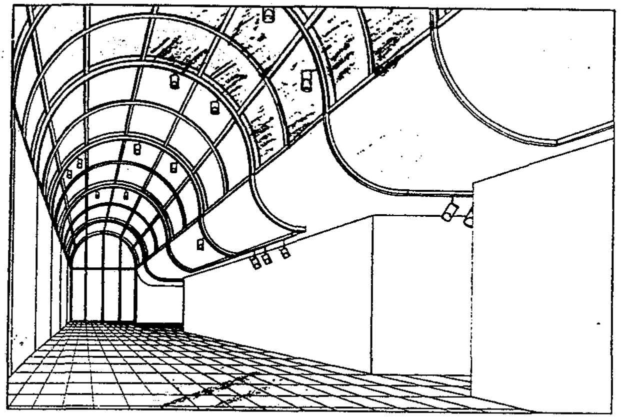
ب أ

الشكل (١ – ٢٨)

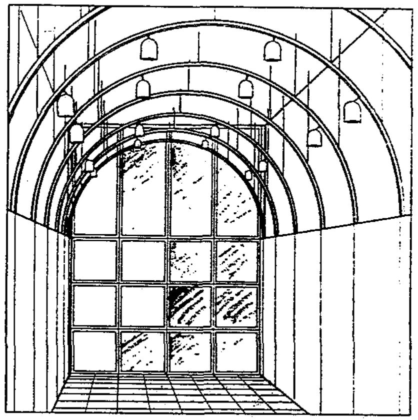
والجدير بالذكر أن مصممى الإضاءة يستخدمون وحدات الإضاءة الموضعية لاستكمال الديكور الخاص بالمكان والشكل (١–٢٩) يعرض نموذجين مختلفين يستخدمان وحدات إضاءة موضعية.

وتجدر الإشارة إلى أن وحدات الإضاءة الأسطوانية والموضعية تستخدم مصابيح متوهجة أو هالوجين أو مصباح هاليد معدنى بقدرات تتراوح ما بين 10 : 250 W ومنها أنواع مصممة للعمل عند جهد منخفض.

والشكل (١–٣٠) يعرض تصميمين للإضاءة الأول يستخدم وحدات إضاءة أسطوانية فقط، حيث تبدو كالنجوم في الأسقف المعلقة (الشكل أ)، والثانى يستخدم وحدات إضاءة فلورسنت ووحدات إضاءة أسطوانية (الشكل ب).

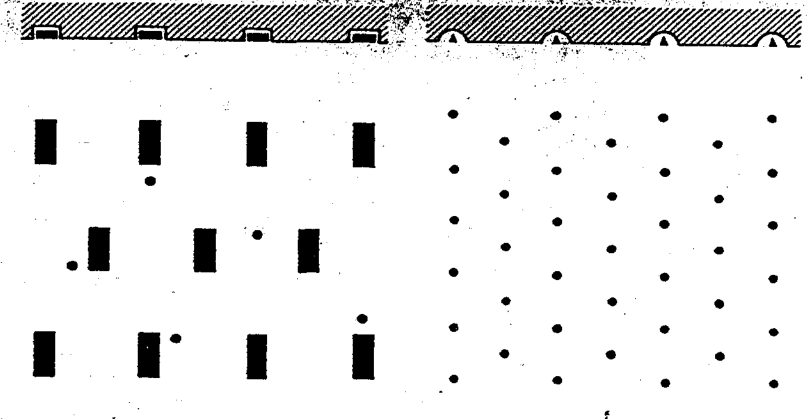


أ



ب

الشكل (١ – ٢٩)



الشكل (١ – ٣٠)

١ / ٤ / ٣ – وحدات إضاءة الأماكن الصناعية.

يوجد عدة أنواع من وحدات إضاءة الأماكن الصناعية مثل:

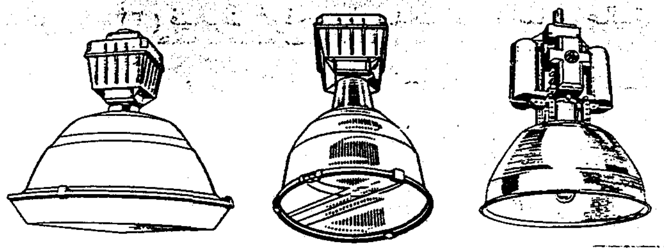
– وحدات إضاءة الأسقف العالية High - bay Luminaires ووحدات إضاءة فلورسنت ووحدات إضاءة متوهجة. أما وحدات إضاءة الأسقف العالية فتزود هذه الوحدات بعواكس مرآوية ضيقة الزاوية أو متسعة الزاوية، ويوضع فيها أحد مصابيح التفريغ الغازى التالية :– مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى – مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى – مصابيح الهاليد المعدنى بقدرات تتراوح ما بين 250 - 1000W.

وهى تكون بدون غطاء زجاجى بدرجة حماية IP20 أو بغطاء زجاجى بدرجة حماية IP50 ويوجد وحدات إضاءة أسقف عالية لها درجة حماية IP54 ، والشكل (١ – ٣١) يعرض عدة نماذج لهذه الوحدات.

مميزات وحدات إضاءة الأسقف العالية:

١ – إضاءة عالية نتيجة لتركيز فيض ضوئى كبير من كل وحدة إضاءة.

٢ – عدد قليل من وحدات إضاءة الأسقف العالية كاف لإضاءة مساحة كبيرة وهذا يسهل عملية التركيب والصيانة.



الشكل (١ – ٣١)

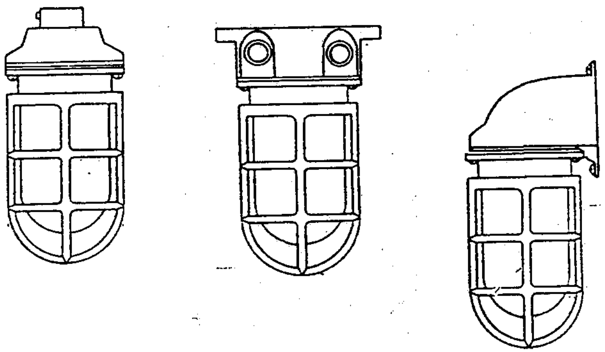
عيوب وحدات إضاءة الأسقف العالية :

١ – ظلال كبيرة واستضاءة رأسية منخفضة حيث تتأثر استضاءة الأماكن المضاءة بهذه الوحدات تأثرًا بالغًا عند احتراق مصباح أحد هذه الوحدات.

٢ – يحتاج إعادة إضاءتها عند انقطاع التيار الكهربى عدة دقائق تصل إلى 15 دقيقة، فى حين يحتاج إضاءتها فى أول مرة إلى (5:7) دقيقة.

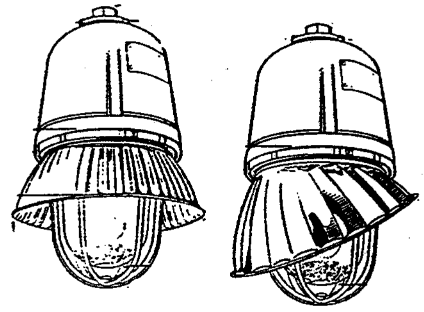
٣ – يحدث فيها ارتعاش كبير اثناء البدء أكثر من مصابيح الفلورسنت.

وتستخدم وحدات إضاءة الأسقف العالية عادة فى إضاءة الورش والمصانع، وفى المناطق الصناعية المعرضة للانفجارات يستخدم نوع خاص من وحدات إضاءة مقاومة للانفجار لها درجات حماية تصل إلى IP54 ، ومصممة بتصميم خاص لتحمل الانفجارات. والشكل (١–٣٢) يعرض بعض وحدات إضاءة مقاومة للانفجار، والمستخدمة فى الأماكن المعرضة للانفجار، والمزودة بقفص معدنى. وأحيانًا يستغنى عن القفص المعدنى إذا كان الغطاء البلاستيكى المستخدم قوى ومتين ويتحمل الصدمات؛ علمًا بأن هذه الوحدات بمصابيح متوهجة.



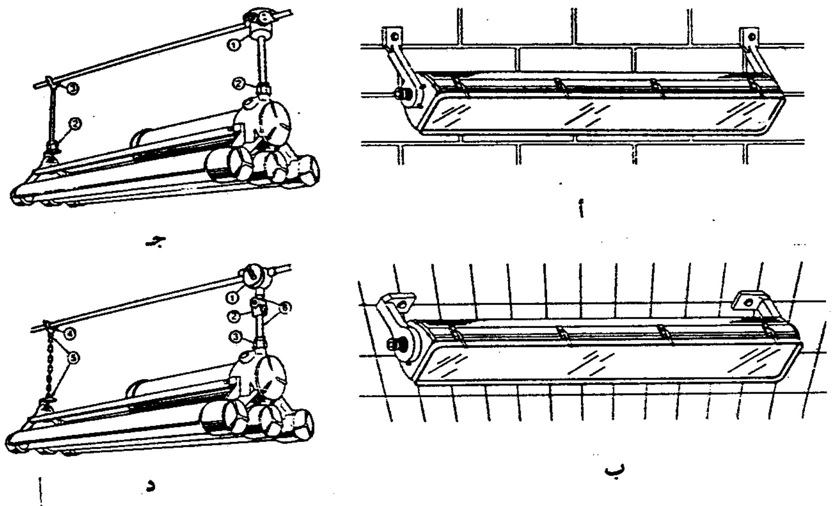
الشكل (١ –٣٢)

أما الشكل (١-٣٣) فيعرض نموذجين لوحدات إضاءة أسقف عالية مقاومة للانفجار.



الشكل (١ - ٣٣)

والشكل (١-٣٤) يعرض عدة نماذج لوحدات إضاءة فلورسنت مقاومة للانفجار وتستخدم فى الأماكن المعرضة للانفجار.



الشكل (١ - ٣٤)

فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة فلورسنت مثبتة بالحائط، والشكل (ب) يعرض وحده إضاءة فلورسنت مثبتة بالسقف، والشكل (جـ) يعرض وحدة إضاءة فلورسنت معلقة فى السقف بأعمدة، والشكل (د) يعرض وحدة إضاءة فلورسنت معلقة فى السقف بسلسلة وعمود.

١ / ٤ / ٤ - وحدات الإضاءة الخارجية

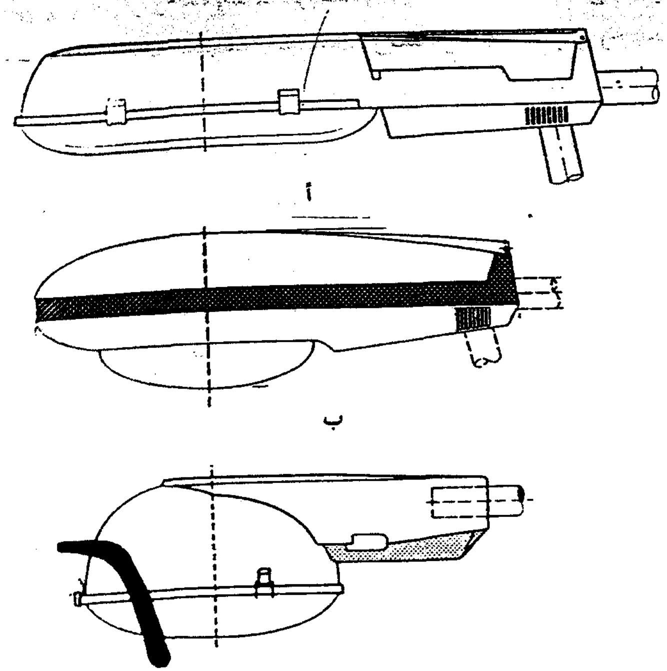
يوجد عدة صور من وحدات الإضاءة الخارجية منها :

- وحدات إضاءة الشوارع.
- وحدات إضاءة الحدائق.
- وحدات الإضاءة الغامرة.
- وحدات إضاءة جوانب المبانى والأسوار.

أولا وحدات إضاءة الشوارع :

تصنع هذه الوحدات بأشكال مختلفة منها، ما يثبت على الحوائط، ومنها ما يثبت على الأعمدة. وعادة تكون هذه الوحدات محكمة الغلق، لمنع تجمع الأتربة والقازورات على المصباح والعواكس. ويوجد تصميمات من وحدات إضاءة الشوارع مزودة بنظام تحكم فى القدرة المسحوبة؛ وذلك إما باستخدام مصباحين داخل وحدة الإضاءة كليهما يضىء عند زيادة الكثافة المرورية، وتوجد أنواع تكون مزودة بمصباح واحد بحيث يمكن التحكم فى تيار المصباح بزيادة معاوقة ملف الكبح؛ ،ذلك عند انخفاض الكثافة المرورية وصولا إلى 40% من التيار المقنن للمصباح.

والجدير بالذكر أن معظم وحدات إضاءة الشوارع تكون مزودة بخلية ضوئية لفصل وحدة الإضاءة فى النهار وتشغيل وحدة الإضاءة فى الليل. والشكل (١-٣٥) يعرض عدة نماذج لوحدات إضاءة الشوارع.



أ

ب

جـ

الشكل (١ – ٣٥)

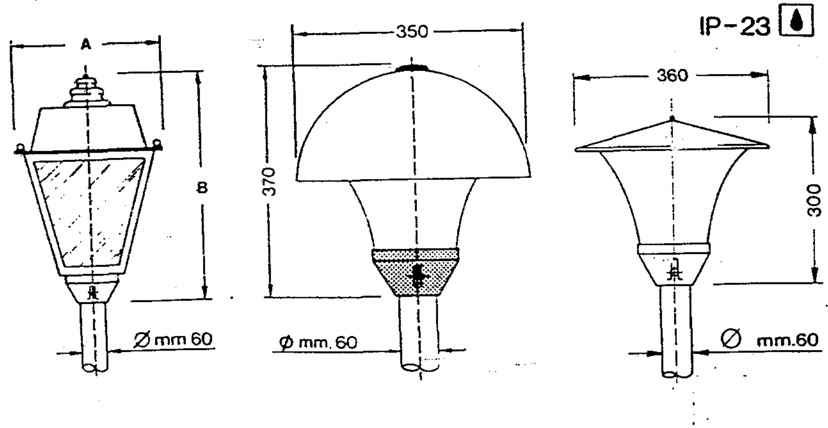
فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط منخفض أما الشكل (ب) فيعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط عالى، أو مصباح زئبق ضغط عالى، أو مصباح هاليد معدنى والشكل (جـ) يعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط عالى أو مصباح زئبق ضغط عالى؛ علمًا بأن جميع هذه الوحدات لها درجة حماية لمكان وحدة البدء تساوى IP23 ودرجة حماية لغلاف المصباح تساوى IP54.

ثانيًا وحدات إضاءة الحدائق :

يوجد أشكال مختلفة من وحدات إضاءة الحدائق ولكنها مشتركة فى درجة الحماية فلها درجة حماية IP23 وعادة يوضع فى هذه الوحدات مصابيح متوهجة بقدرات تصل إلى 200W أو مصابيح بخار زئبق ضغط عالى بقدرات 80W أو

125W.

والشكل (١-٣٦) يعرض المسقط الرأسى لنماذج مختلفة من وحدات إضاءة الحدائق.

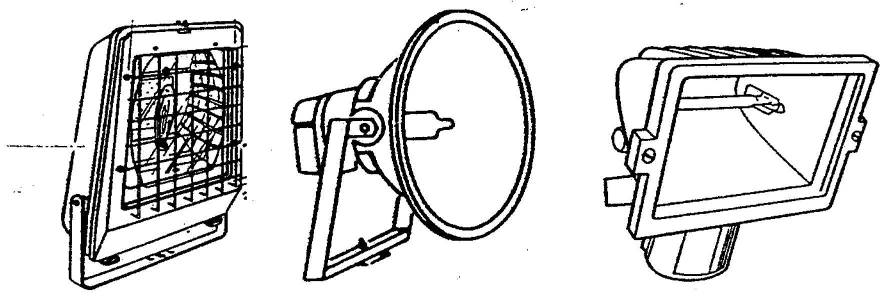


الشكل (١ – ٣٦)

ثالثًا: وحدات الإضاءة الغامرة Flood light

وتستخدم وحدات الإضاءة الغامرة فى إضاءة الأنفاق، والميادين، والملاعب الرياضية، وواجهات المبانى، والجراجات الكبيرة، وفى الإضاءة الأمنية... إلخ.

وهذه الوحدات تستخدم مصابيح هالوجين بقدرات تصل إلى 2000W أو مصابيح صوديوم ضغط عالى بقدرات تصل إلى 1000W أو مصابيح هاليد معدنى بقدرات تصل إلى 3500W، والشكل ١ – ٣٧ يعرض ثلاثة نماذج لوحدات إضاءة غامرة فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة غامرة تعمل بمصابيح هالوجين والشكل (ب)، (جـ) يعرض نموذجين لوحدة إضاءة غامرة تعمل بمصابيح صوديوم أو هاليد معدنى.

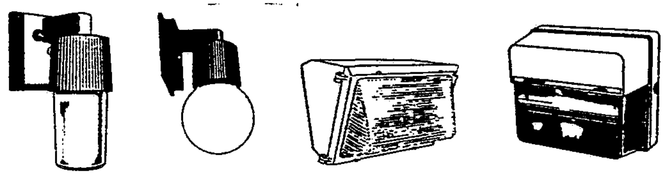


أ ب جـ

الشكل (١ – ٣٧)

رابعًا : وحدات إضاءة جوانب المبانى والأسوار :

يوجد عدة أشكال مختلفة لهذه الوحدات كما هو مبين بالشكل (١–٣٨) وعادة فإن مصابيح هذه الوحدات تكون إما مصابيح متوهجة، أو مصابيح بخار زئبق ضغط عالى. وهى تستخدم لإضاءة الممرات الضيقة فى المنشآت المختلفة وإضاءة مداخل المنشآت، وكذلك إضاءة جوانب المبانى والأسوار للأغراض الأمنية والجمالية.



الشكل (١ – ٣٨)

١ / ٥ – فن الإضاءة :

فى هذه الفقرة سنتناول فن توزيع الإضاءة فى المنشآت المختلفة مثل :

– المنشآت المكتبية. – المستشفيات

– المدارس . – المحلات التجارية .

– الفنادق. – المصانع والورش.

١ / ٥ / ١ – إضاءة المنشآت المكتبية

إن جميع العاملين فى المكاتب يقضون وقتًا طويلا فى يومهم وهم يقرؤن أو يكتبون، وبالطبع يجب أن تكون الإضاءة فى هذه الأماكن كافية، حتى يتمكن هؤلاء من أداء عملهم بسهولة ويسر، ويمكن معرفة مستويات الإضاءة فى الأماكن المختلفة فى المنشآت المكتبية من الجدول (١–٢٣).

ويمكن تقسيم المكاتب إلى :

١ – مكاتب عامة ومكاتب رسم.

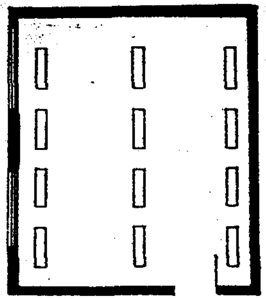
٢ – مكاتب خاصة وغرف اجتماعات.

أولا : المكاتب العامة ومكاتب الرسم :

تختلف المكاتب العامة من حيث المساحة (متوسطة أو كبيرة)، ومن حيث وجود فواصل من عدمه وشكل الأثاث. وعلى كل حال فهناك طريقة متبعة للمحافظة على مستوى إضاءة المكاتب العامة بغض النظر عن المساحة والفواصل والأثاث؛ وذلك بتوزيع وحدات إضاءة الفلورسنت فى سقف هذه المكاتب بطريقة منتظمة للوصول بمستوى ثابت للاستضاءة فى جميع أرجاء المكتب، ويعاب على هذه الطريقة أنها مكلفة، حيث تحتاج إلى عدد كبير من وحدات الإضاءة، وكذلك ارتفاع استهلاك الطاقة الكهربية.

والطريقة الثانية هو توفير استضاءة عامة تساوى 200LUX إذا كان مستوى الاستضاءة المطلوب 500LUX ، أو توفير استضاءة عامة تساوى 300LUX إذا كان مستوى الاستضاءة المطلوب 750LUX . أما الفرق فيتم الحصول عليه باستخدام إضاءة مركزة على أسطح العمل، وكذلك إضاءة موضعية عند سطح العمل باستخدام الاباجورات التى توضع على المكتب، أو وحدات إضاءة فلورسنت تثبت يساراً، وأعلى منطقة العمل وهذه الطريقة أفضل من ناحية التكلفة ، ولكن يعاب عليها

عدم إمكانية تغيير أماكن الأثاث، أو إضافة أى قواطع بين المكاتب فى المستقبل لأن هذا يحتاج لإعادة تعديل توزيع الإضاءة الموضعية.



الشكل (١ - ٣٩)

والجدير بالذكر أن تصميم إضاءة غرف الرسم لا يختلف عن تصميم إضاءة الغرف العامة، عدا فى مستوى الاستضاءة، والذى يتراوح ما بين 750: 1000LUX والشكل (١-٣٩) يعرض المسقط الأفقى لإضاءة أحد مكاتب الرسم الهندسى.

ثانياً: المكاتب الخاصة وغرف الاجتماعات:

تحتاج المكاتب الخاصة وغرف الاجتماعات عند تصميم إضاءتها للاهتمام بالناحية الجمالية وهذا غير مطلوب عند تصميم إضاءة المكاتب العامة.

وعادة يتم إضاءة المكاتب الخاصة بإضاءة عامة للوصول إلى استضاءة 200LUX بالإضافة إلى ذلك تستخدم مجموعة من وحدات الإضاءة الموضعية المثبتة بالسقف والجدران لإضاءة الصور والزهور والمكتب بشكل بديع يضفى على المكان لمحة جمالية رائعة. والشكل (١-٤٠) يعرض المسقط الأفقى لأحد المكاتب الخاصة.

حيث إن :

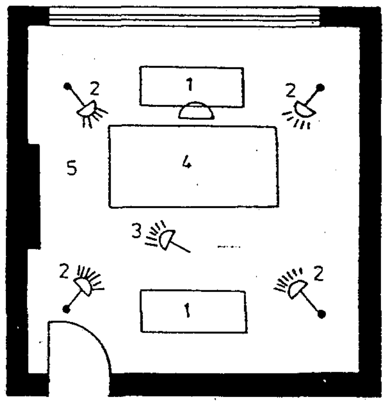
1 وحدات إضاءة فلورسنت لتوفير الإضاءة العامة

2 وحدات إضاءة موضعية لإضاءة المكتب

3 وحدة إضاءة موضعية لإضاءة صورة طبيعية

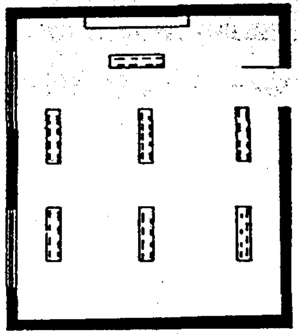
4 المكتب

5 صورة طبيعية



الشكل (١ - ٤٠)

١/٥/٢ - إضاءة المدارس

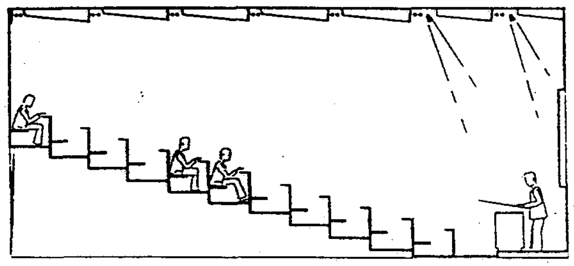


الشكل (١ - ٤١)

الشكل (١-٤١) يعرض أحد تصميمات الإضاءة لغرفة دراسية أبعادها 7x8m، حيث يستخدم ست وحدات إضاءة فلورسنت مزودجة لإضاءة الفصل، وتستخدم وحدة اضاءة فلورسنت مزدوجة لإضاءة السبورة.

أما فى غرف المحاضرات الدراسية فمن أجل تجنب النصوع المجهد لأعين الجالسين فى المدرجات الخلفية تصمم أسقف هذه القاعات بحيث تخفى وحدات الإضاءة. وعادة تستخدم وحدات إضاءة فلورسنت للإضاءة العامة بالإضافة إلى وحدات إضاءة موضعية لإضاءة السبورة وطاولة المحاضر كما بالشكل (١-٤٢).

وعادة تصمم إضاءة القاعات الدراسية والمحاضرات بحيث يمكن تخفيض الإضاءة لحد كبير، وذلك أثناء استخدام وسيلة عرض ضوئية Overhead projector، وذلك إما باستخدام مخفضات إضاءة أو توزيع وحدات الإضاءة على أكثر من مفتاح بحيث يمكن إطفاء البعض دون الآخر.

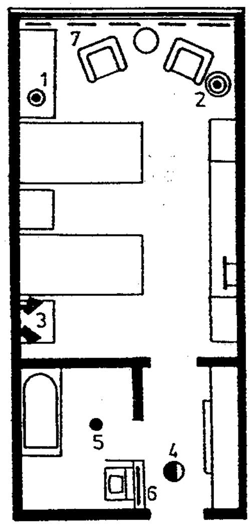


الشكل (١ - ٤٢)

١ / ٥ / ٣– إضاءة الفنادق.

غرف النوم :

تصمم غرف النوم فى الفنادق لتكون غرفة نوم وجلوس فى آن واحد وتكون مزودة بحمام والشكل (١–٤٣) يعرض نموذجًا لغرفة نوم بفندق.



الشكل (١ – ٤٣)

حيث إن :

أباجورة موضوعة على التسريحة	1
أباجورة موضوعة على الأرض	2
وحدة إضاءة موضعية لإضاءة السرير	3
وحدة إضاءة مثبتة بالسقف	4
وحدة إضاءة مثبتة بالسقف	5
وحدة إضاءة لإضاءة مرآة الحوض	6
وحدات إضاءة لإضاءة ستائر النوافذ	7

وعادة يستخدم مصباحين فلورسنت قدرة المصباح 20W أو 40W لإضاءة مرآة الحوض.

السلالم والممرات :

عادة تزود الفنادق بممرات طويلة بجوار غرف النوم وعادة يتم إضاءة هذه الممرات بوحدات إضاءة فلورسنت للوصول لاستضاءة مقدارها 150 lux أثناء النهار ومقدارها 20 LUX أثناء الليل.

وعادة تزود هذه السلالم والممرات ببعض وحدات إضاءة الطوارئ والمزودة بعلامات إرشادية لمعرفة مسار الخروج أثناء انقطاع التيار الكهربى.

المطعم :

يجب أن تكون إضاءة المطعم عالية فى النهار فى حين تكون خافته فى المساء لتوفير الجو الشاعرى، وذلك باستخدام مفاتيح تخفيض إضاءة أو مفاتيح لفصل بعض

وحدات الإضاءة دون البعض.

وتكون الإضاءة العامة فى المطعم حوالى 100LUX فى حين تكون الإضاءة عند طاولات الرواد وطاولة المحاسب عالية باستخدام بعض وحدات الإضاءة الموضعية أو الأباجورات التى توضع على الطاولات.

منطقة الاستقبال واستراحة الفندق :

يجب أن تكون منطقة الاستقبال مزودة بإضاءة عامة 200LUX فى حين يتم إضاءة طاولة المحاسب وفريق الاستقبال بإضاءة لا تقل عن 500LUX .

أما استراحات الفندق فتكون مزودة بإضاءة خافتة لتوفير الجو الشاعرى المطلوب، وتستخدم بعض الأباجورات التى توضع على طاولات لتوفير الإضاءة اللازمة لقراءة المجلات والجرائد بالإضافة إلى استخدام مجموعة من الإضاءات الموضعية لإضاءة الصورة الطبيعية، وعادة تثبت هذه الوحدات على حوائط استراحات الفندق لإعطاء مظهر بديع ومريح.

١ / ٥ / ٤– إضاءة المستشفيات

يعتبر لون الضوء المستخدم فى المستشفيات من العوامل المؤثرة على راحة المرضى كما أنه هام جداً بالنسبة للفريق الطبى، فإذا لم يكن دليل ثبات الألوان لمصدر الإضاءة المستخدمة مرتفعًا، فإن لون بشرة المرضى قد تتغير؛ الأمر الذى يعطى انطباعًا غير صحيح عن حالة المرضى. وعادة تستخدم مصابيح فلورسنت ذات اللون الأبيض الدافئ فى المستشفيات، حيث تعطى المريض الإحساس بالدفء، ويجب ألا تسبب المصابيح المستخدمة تداخل راديو مع الأجهزة الإلكترونية بالمستشفى.

وتستخدم وحدات إضاءة طوارئ مزودة بعلامات إرشادية لمعرفة مسار الخروج أثناء انقطاع التيار الكهربى.

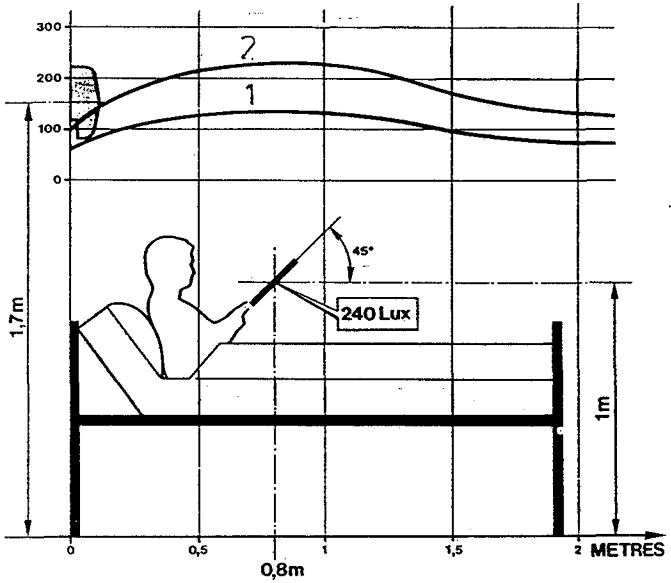
إضاءة الأجنحة :

لإضاءة الأجنحة المختلفة بالمستشفى تستخدم إضاءة عامة وأخرى موضعية كما يلى :

الإضاءة العامة: يجب أن تكون كافية للمريض لرؤية ما حوله وهو مضجع على السرير، ويجب أن تكون خالية من الإبهار المجهد لأعين المرضى؛ لذلك يفضل أن تكون الإضاءة العامة إضاءة غير مباشرة. وينصح بأن تكون استضاءة جناح المرضى 100LUX أما استضاءة غرف الممرضات فيجب ألا تقل عن LUX (300 : 200) ولا تختلف إضاءة الممرات عن إضاءة أجنحة المرضى.

الإضاءة الموضعية:

توضع إضاءة موضعية على رأس سرير كل مريض تتيح الفرصة للمريض بالقراءة عند الحاجة، وهذه الإضاءة توفر استضاءة عند رأس السرير تتراوح ما بين (100 : 300)LUX ، ويجب ألا تؤثر هذه الإضاءة الموضعية على السراير المجاورة، وعادة تثبت وحدة إضاءة رأس السراير على ارتفاع 1.7:1.8m من الأرض أعلى رأس السرير بالطريقة المبينة بالشكل ١-٤٤.



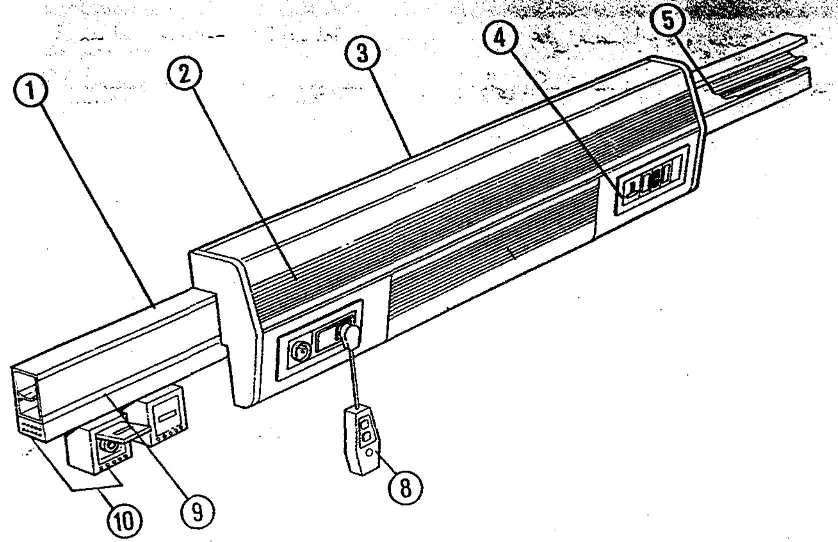
الشكل (١-٤٤)

فعند استخدام وحدة إضاءة رأس سرير تحتوي على مصباح فلورسنت قدرته 36W نحصل على منحنى الاستضاءة 1، وبالتالي يكون مستوى الاستضاءة عند موضع القراءة حوالى 130LUX ، وباعتبار أن هناك إضاءة عامة تعطى استضاءة مقدارها 100LUX؛ لذا تصبح الاستضاءة الكلية عند موضع القراءة 230LUX ، أما عند استخدام وحدة إضاءة رأس السرير تحتوى على مصباحين فلورسنت قدرة الواحد 36W نحصل على منحنى الاستضاءة 2 ، وبالتالي يكون مستوى الاستضاءة عند موضع القرادة حوالى 230LUX بدون الإضاءة العامة، ومع الإضاءة العامة يصل مستوى الاستضاءة إلى 330LUX .

والشكل (١-٤٥) يعرض نموذجًا لوحدة إضاءة رأس سرير للمستشفيات مثبت عليه بعض المخارج المطلوبة لغرفة المريضة من إنتاج شركة Legrand الفرنسية.

حيث إن:

ترانك	1
منشور زجاجى لوحدة الإضاءة	2
وحدة إضاءة رأس السرير	3
مخارج مختلفة	4
حاجز بين دوائر التيار الكبير ودوائر التيار الضعيف	5
وحدة استدعاء يدوية للممرضات	8
حاجز بين ترانك الكهرباء وقناة الأوكسجين	9
فتحات تهوية لقناة الأوكسجين	10



الشكل (١-٤٥)

وفى الليل يجب أن تكون الإضاءة كافية لكلٍّ من المريض والممرضات لقضاء حاجاتهم، وتصل الاستضاءة فى الليل عند الأرض إلى 0.5LUX .

أما بخصوص الإضاءة اللازمة للمتابعة الطبية فى الليل فيجب ألا تؤدى إلى إزعاج المرضى الموجودين فى الجناح وتتراوح ما بين (5 : 2.5LUX) فوق رأس السرير، ويجب أن يكون مفتاح هذا الضوء بجوار السرير.

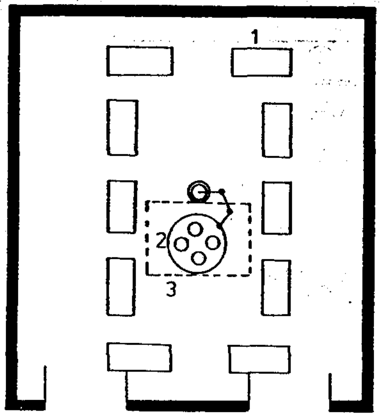
غرفة العمليات:

بخصوص غرفة العلميات فعادة تزود بإضاءة عامة يمكن تغييرها من LUX (500:1000) حتي تناسب العمليات المختلفة والشكل (١-٤٦) يبين مسقطًا أفقيًا لأحد غرف العمليات المزودة بعشرة وحدات إضاءة فلورسنت، كل وحدة إضاءة تحتوى على أربعة مصابيح فلورسنت بقدرة 65W أبيض دافئ بحيث يمكن تشغيل مصباح واحد في كل وحدة إضاءة أو مصباحان، أو ثلاثة، أو أربعة للحصول على استضاءة تتراوح ما بين LUX (250:1000) .

وفيما يلى محتويات هذا الشكل

وحدة إضاءة بأربعة مصابيح فلورسنت 65W أبيض دافئ 1

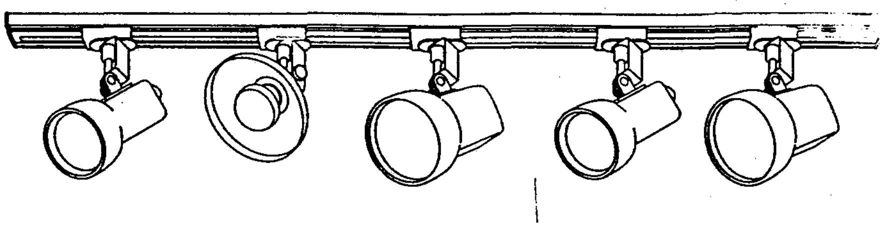
وحدة إضاءة طبية متحركة بها سبع لمبات متوهجة قدرة كل منها 35W 2



الشكل (١-٤٦)

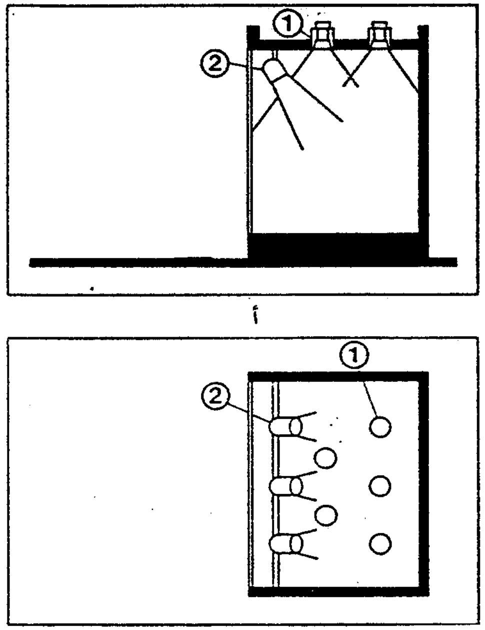
١ / ٥ / ٥ - إضاءة المحلات التجارية

يعتمد مستوي استضاءة المحلات التجارية على نوع وحجم ومكان المحل وبضاعة المحل وتتراوح الاستضاءة العامة للمحلات بصفة عامة ما بين LUX (500:1000) بالنسبة للمحلات التجارية الكبيرة في حين تتراوح ما بين LUX (300:500) للمحلات التجارية الصغيرة. وبخصوص إضاءة الفاترينات فتكون في اتجاه سقوط ضوء النهار من الجانب الأمامي العلوى للفترينة، ويجب أن تكون المصابيح مختفية عن الأبصار؛ لتجنب الإبهار، وأحيانًا تستخدم وحدات إضاءة موضعية مثبتة على قضيان بحيث يمكن تحريكها على هذه القضبان، وذلك في إضاءة الفاترينات والشكل (١-٤٧) يعرض أنواعا مختلفة لوحدات إضاءة مثبتة على القضبان POWER TRACK .



الشكل (١-٤٧)

أما الشكل (١-٤٨) فيعرض المسقط الرأسى أ والأفقى ب لأحد الفاترينات حيث تستخدم وحدات إضاءة مثبتة بالسقف 1 لتوفير الإضاءة العامة للفترينة وأيضاً تستخدم وحدات إضاءة موضعية فى السقف 2 يمكن تغيير وضعها تبعاً للمعروضات الموجودة بالفترينة.

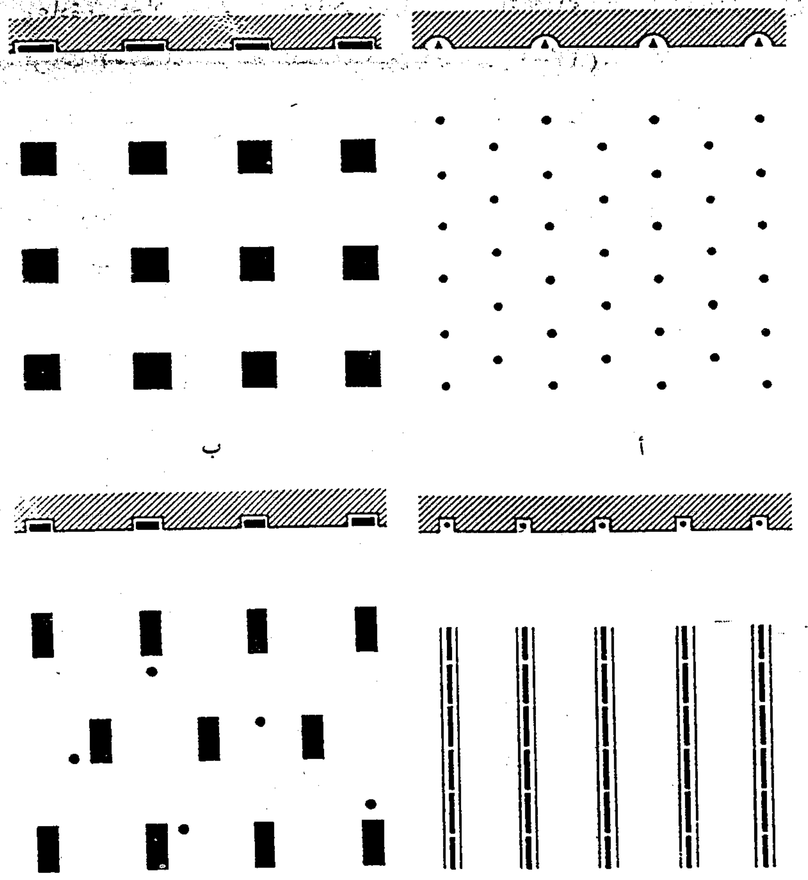


الشكل (١-٤٨)

ويمكن تقسيم المحلات التجارية إلى:

- محلات صغيرة (بوتيكات) Boutiques ويتم إضاءتها بمجموعة من وحدات الإضاءة الموضعية المثبتة فى السقف والحوائط بطريقة جذابة وأحياناً تستخدم وحدات إضاءة مثبتة على قضبان فى إضاءة البوتيكات.
- محلات كبيرة مثل السوبر ماركتات Supermarkets ويتم إضاءتها بإضاءة منتظمة بمجموعة من وحدات إضاءة فلورسنت أو وحدات إضاءة بمصابيح تفريغ غازى مثل: مصابيح الزئبق، أو الهاليد المعدنى؛ فى حين تستخدم بعض وحدات الإضاءة الموضعية المثبتة على قضبان لإضاءة بعض الأركان.

والشكل (١-٤٩) يعرض عدة نماذج لتوزيع الإضاءة فى المحلات التجارية، فالشكل (أ) يعرض نموذجاً لتوزيع وحدات إضاءة اسطوانية فى السقف تبدو كالنجوم والشكل (ب) يعرض نموذجاً لوحدات إضاءة فلورسنت مربعة الشكل. والشكل (جـ) يعرض نموذجاً لوحدات إضاءة فلورسنت توضع على شكل صفوف، والشكل (د) يعرض نموذجا لوحدات إضاءة فلورسنت مع وحدات إضاءة اسطوانية فى تنظيمات جميلة.



الشكل (١-٤٩)

١ / ٥ / ٦ - أضاءة المصانع والورش:

إن إضاءة الأماكن الصناعية والورش تحوى فى طياتها العديد من التطبيقات ابتداء من إضاءة الورش الصغيرة ووصولاً إلى الصالات الضخمة فى المصانع، وكذلك ابتداءً من الصناعات الدقيقة كالصناعات الالكترونية ووصولاً للصناعات الثقيلة مثل: صناعة الحديد والصلب.

والجدير بالذكر أن الإضاءة الجيدة فى المصانع تقلل من حوادث الإنتاج وتزيد من الإنتاجية وراحة العمال.

وعادة يستعان بجداول معدة للاستضاءة المتوسطة لأماكن العمل المختلفة لمعرفة مستويات الاستضاءة المتوسطة كما هو مبين بالجدول (١-٢٣).

والجدير بالذكر أنه يوجد كثير من التطبيقات ليس لها قيم محددة للاستضاءة، ولكن تعرف مستويات الاستضاءة لها، إما بالتجربة، أو بالاستعانة بأحد المرافق القديمة. وعلى كل حال فإن معظم مستخدمى المرافق القديمة يفضلون مستويات استضاءة أعلى من المستخدمة.

ويوجد ثلاثة أنظمة معمول بها فى الإضاءة الداخلية فى الأماكن الصناعية وهم كما يلى:

١ – الإضاءة العامة General lighting

٢ – الإضاءة المركزة localised lighting

٣ – الإضاءة الموضعية local lighting

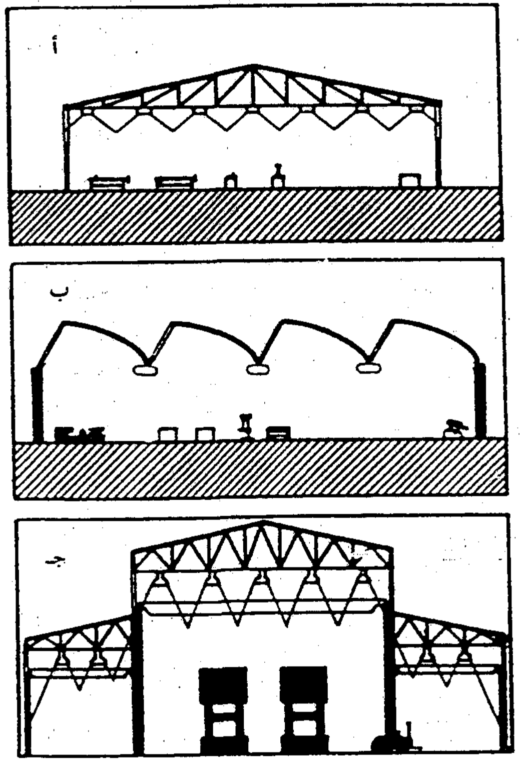
أولا الإضاءة العامة:

تصمم الإضاءة العامة لإعطاء استضاءة متجانسة لسطح العمل وتعتبر مقبولة إذا كانت النسبة بين أقل استضاءة فى مكان العمل إلى أعلى استضاءة فى مكان العمل لاتقل عن 0.8، ويمكن تحقيق ذلك بالمحافظة على المسافة بين وحدات الإضاءة كما هو معطى من مواصفات الشركات المصنعة.

ومن أجل المفاضلة بين وحدات إضاءة الفلورسنت، ووحدات إضاءة مصابيح التفريغ الغازية فإن ارتفاع السقف يعتبر عامل هام، وبالطبع فإن ارتفاع السقف يختلف من مكان لآخر **وبصفة عامة يمكن تقسيم أماكن العمل إلى:**

أ – أماكن لها أسقف على ارتفاع أقل من 6m من الأرضية، ويستخدم فى إضاءتها وحدات إضاءة فلورسنت بتصميمات مناسبة لمكان العمل بشرط ألا يزيد ارتفاع وحدة الإضاءة عن سطح العمل عن 2m.

ب – أماكن لها أسقف على ارتفاع أكبر من 6m من الأرضية ويستخدم فى إضاءتها وحدات إضاءة الأسقف العالية.



الشكل (١-٥٠)

والشكل (١-٥٠) يعرض ثلاثة نماذج مختلفة لأسقف أماكن صناعية، فالشكل (أ) يعرض سقفاً على شكل جمالون ارتفاعه أقل من 6m ويثبت عليه وحدات إضاءة فلورسنت، والشكل (ب) يعرض سقفاً على شكل أسنان منشار بحيث أن ارتفاع أسنان المنشار السفلية عن الأرضية أقل من 6m، ويثبت عليه وحدات إضاءة فلورسنت عند الأسنان السفلية.

والشكل(جـ) يعرض سقفاً على شكل جمالون بمستويين مختلفين وكليهما على ارتفاع أكبر من 6m ويثبت فيهما وحدات إضاءة أسقف عالية بحيث يكون ارتفاع وحدات الإضاءة من الأرض ثابت لكل مستوى.

ثانيا: الإضاءة المركزة:

وتستخدم على التوازى مع الإضاءة العامة؛ وذلك لزيادة مستوى الاستضاءة عند تغير ظروف العمل (زيادة عدد العمال)، وعادة تركز وحدات الإضاءة المركزة فوق أسطح العمل لزيادة تركيز الإضاءة فى هذه الأماكن.

ثالثا: الإضاءة الموضعية:

إن استخدام الإضاءة الموضعية لإضاءة أسطح العمل للوصول لمستوى الإضاءة

والجدول (١-٧) يعطى قيم معاملات الانعكاس تبعاً للخامات .

الجدول (١-٧)

مصيص مصقول	رخام أبيض	خرسانة غامقة	جرانت غامق	حجر رملى غامق	طوب غامق	بلاط غامق	حجر رملى فاتح	بلوط فاتح	طوب فاتح	الخامة
0.7	0.6:0.7	0.15:0.25	0.15:0.25	0.15:0.25	0.15:0.25	0.3:0.3	0.2:0.3	0.3:0.4	0.3:0.4	ρ

والجدير بالذكر أنه للتسهيل يمكن تقسيم الألوان إلى ثلاث درجات وهم :

أ - ألوان فاتحة (كريمى - أصفر - برتقالى فاتح - صخرى فاتح - أبيض) ولها معامل انعكاس 0.5 .

ب - ألوان متوسطة (رمادى - وردى - أخضر فاتح - لبنى - صخرى) ولها معامل انعكاس 0.3 .

جـ - ألوان غامقة (رمادى غامق - بنى - أحمر - أخضر غامق - أزرق) ولها معامل انعكاس 0.1 .

- **معامل الاتساخ Depreciation factor**

من المعروف أنه كلما زاد اتساخ المكان ازداد تجمع الأتربة على السقف وحوائط الغرفة؛ الأمر الذى يؤدى لانخفاض الفيض الضوئى المنعكس من هذه الأسطح وبالتالى تنخفض الاستضاءة المتوسطة للغرفة . والجدول (١-٨) يعطى معامل الاتساخ للأنواع المختلفة لوحدات الإضاءة والذى يعتمد على نظافة المكان؛ وذلك باعتبار أن معامل انعكاس الحائط ρ_W=0.3 وإذا كان معامل انعكاس الحائط ρ_W=0.5 تزداد القيم المدرجة فى الجدول بالعدد 0.04 وعندما يكون معامل انعكاس الحائط ρ_W=0.3 تقل القيم المدرجة بالجدول بالعدد 0.04 .

الجدول (١-٨)

نوع وحدة الإضاءة	الوسط المحيط	مكتب	ورشة
مفتوحة	نظيف	1.27	1.27
	فى ضواحى المدينة	1.33	1.33
	وسط المدينة	1.42	1.42
	قذر	1.48	1.48
مغلقة بدون تهوية	نظيف	1.33	1.5
	فى ضواحى المدينة	1.39	1.6
	وسط المدينة	1.54	1.69
	قذر	1.61	1.78
بريش تهوية	نظيف	1.33	1.45
	فى ضواحى المدينة	1.39	1.54
	وسط المدينة	1.48	1.61
	قذر	1.54	1.69

- **المعامل S/Hm**

ويطلق عليه النسبة بين المسافة وبين وحدات الإضاءة وارتفاع وحدة الإضاءة عن سطح العمل، ويعطى لكل وحدة إضاءة فى ورقة بياناتها الفنية عدة قيم لهذا المعامل، ويقابل كل قيمة نسبة مئوية تعطى النسبة بين أقل استضاءة Emin وأكبر استضاءة Emax فى الغرفة .

مثال :

S/Hm = 1.5 82%

S/Hm = 1.74 70%

هذا يعنى أنه إذا كان S/Hm=1.5 فإن $\frac{Emin \times 100}{Emax} = 82$

وإذا كان S/Hm=1.74 فإن $\frac{Emin \times 100}{Emax} = 70$

- **معامل التصحيح Red. factor**

يعتمد معامل التصحيح على قدرات المصابيح الموجودة فى وحدة الإضاءة ويكتب معامل التصحيح فى البيانات الفنية لكل وحدة إضاءة .

مثال :

Red. factor

2x40 = 1.0

2x62=0.92

هذا يعنى أن معامل التصحيح K=1 عند استخدام مصباحين 40w؛ فى حين يساوى K=0.92 عند استخدام مصباحين 2x65w .

– معامل الاستخدام **Utiliztion factor (Uf)**

ويعطى معامل الاستخدام فكرة عن نسبة الاستفادة من الضوء الصادر من مصابيح وحدة الإضاءة وهو يعتمد على:

– معامل انعكاس السقف ρ_c والحائط ρ_w والأرضية ρ_F .

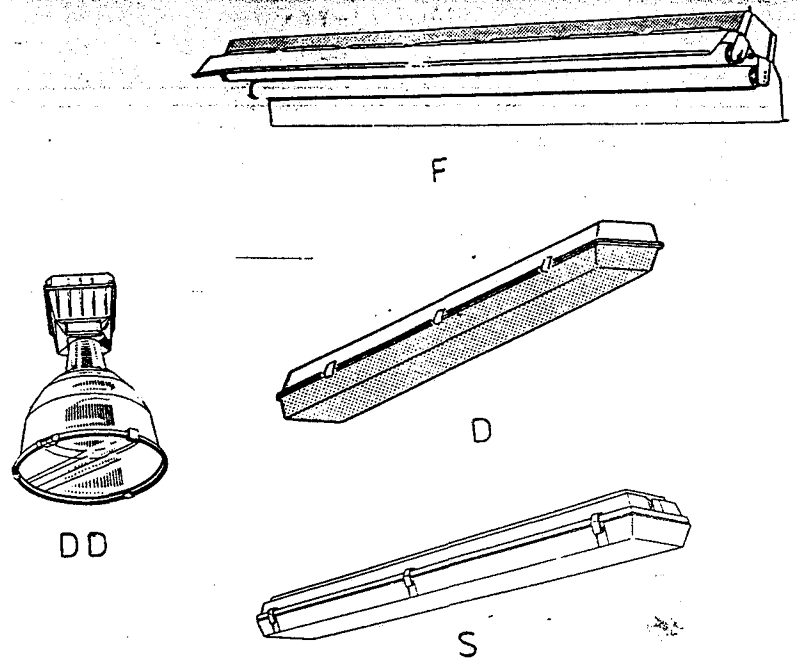
– دليل الغرفة Kr .

– نوع وحدة الإضاءة المستخدمة .

والجدير بالذكر أن لكل وحدة إضاءة ورقة بيانات تعطى معامل الاستخدام تبعاً لمعاملات الانعكاس ودليل الغرفة .

١ / ٦ / ١ – وحدات إضاءة الأماكن الصناعية

فى هذه الفقرة ستتناول البيانات الفنية لأكثر وحدات الإضاءة استخداماً فى المنشآت الصناعية . وسنرمز لكل وحدة إضاءة بحرف هجائى لسهولة التعامل معهم فيما بعد . **والشكل (١–٥٣)** يعرض أهم وحدات الإضاءة المستخدمة فى الأماكن الصناعية . فوحدة **الإضاءة F هى** نموذج لوحدة إضاءة الخدمة الشاقة، ووحدة الأضاءة D هى نموذج لوحدة إضاءة الأماكن الرطبة والمتربة، ووحدة الإضاءة S هى نموذج لوحدة إضاءة الأماكن المتعرضة للانفجار، ووحدة الإضاءة DD هى نموذج لوحدة إضاءة الأسقف العالية .



الشكل (١–٥٣)

والجدول (١–٩) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة F

الجدول (١–٩)

2×40 W
Red. factor
2×40 W=1.00
2×65 W=0.97

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 76%
S/HM=1.55 70%
S/HM=1.50 76%

Calculated according to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling / Walls / Floor	0.7 / 0.5 / 0.2	0.7 / 0.3 / 0.2	0.7 / 0.1 / 0.2	0.5 / 0.5 / 0.2	0.5 / 0.3 / 0.2	0.5 / 0.1 / 0.2	0.3 / 0.3 / 0.2	0.3 / 0.1 / 0.2	0.0 / 0.0 / 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60										0
	0.80	0.59	0.54	0.50	0.58	0.53	0.49	0.52	0.49	0.47	2
	1.00	0.66	0.60	0.57	0.64	0.59	0.56	0.58	0.55	0.53	2
	1.25	0.71	0.66	0.62	0.69	0.65	0.61	0.64	0.60	0.58	2
	1.50	0.75	0.70	0.66	0.73	0.69	0.65	0.67	0.65	0.62	2
	2.00	0.81	0.76	0.73	0.78	0.75	0.72	0.73	0.70	0.67	2
	2.50	0.84	0.81	0.77	0.82	0.78	0.75	0.76	0.74	0.71	2
	3.00	0.87	0.34	0.81	0.84	0.81	0.79	0.79	0.77	0.73	2
	4.00	0.90	0.87	0.84	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.76	2
	5.00	0.92	0.89	0.87	0.88	0.86	0.85	0.83	0.82	0.78	2

والجدول (١–١٠) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة d

الجدول (١-١٠)

1×40 W
Red. factor
1×40 W=1.00
1×60 W=0.92

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 78%
S/HM=1.64 70%
S/HM=1.50 78%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0:3	0.3	0.0	BZ Nr
	Walls	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
	Floor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
Room-index	0.60										0
	0.80	0.39	0.32	0.28	0.36	0.30	0.26	0.28	0.24	0.21	6
	1.00	0.44	0.38	0.32	0.41	0.35	0.31	0.33	0.29	0.25	6
	1.25	0.50	0.43	0.38	0.45	0.40	0.35	0.37	0.33	0.28	6
	1.50	0.54	0.47	0.42	0.49	0.43	0.39	0.40	0.36	0.31	6
	2.00	0.59	0.53	0.48	0.54	0.49	0.45	0.45	0.42	0.36	6
	2.50	0.63	0.58	0.53	0.58	0.53	0.49	0.48	0.45	0.39	6
	3.00	0.67	0.62	0.57	0.6[illegible]	0.57	0.53	0.52	0.49	0.42	6
	4.00	0.71	0.66	0.62	0.64	0.61	0.57	0.56	0.53	0.45	6
	5.00	0.74	0.70	0.66	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56	0.48	6

والجدول (١-١١) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة S

الجدول (١-١١)

2×40 W Ø=38 mm
Red. factor
2×40 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 77%
S/HM=1.61 70%
S/HM=1.50 77%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ Nr
	Walls	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
	Floor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
Room-index	0.60										0
	0.80	0.35	0.30	0.27	0.33	0.29	0.26	0.28	0.25	0.24	5
	1.00	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.33	0.29	0.28	5
	1.25	0.43	0.38	0.35	0.42	0.37	0.34	0.36	0.33	0.31	5
	1.50	0.46	0.42	0.38	0.44	0.40	0.37	0.39	0.36	0.34	5
	2.00	0.51	0.47	0.43	0.49	0.45	0.42	0.43	0.41	0.38	5
	2.50	0.54	0.50	0.47	0.51	0.48	0.45	0.46	0.44	0.41	5
	3.00	0.56	0.53	0.50	0.54	0.51	0.48	0.48	0.47	0.43	5
	4.00	0.59	0.56	0.53	0.56	0.54	0.51	0.51	0.49	0.46	5
	5.00	0.61	0.59	0.56	0.58	0.56	0.54	0.53	0.52	0.48	5

والجدول (١-١٢) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة DD

الجدول (١-١٢)

1×400 W
Red. factor
1×400 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.00 81%
S/HM=1.22 70%
S/HM=1.25 68%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.00

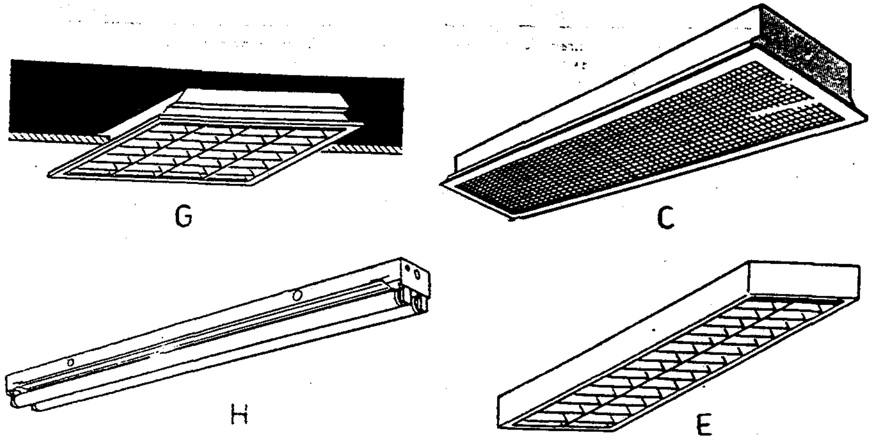
Refl. factor	Ceiling	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ Nr
	Walls	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
	Floor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
Room-index	0.60	0.38	0.33	0.30	0.37	0.33	0.29	0.33	0.29	0.28	0
	0.80	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.37	0.40	0.37	0.35	3
	1.00	0.52	0.47	0.44	0.51	0.46	0.43	0.45	0.43	0.41	3
	1.25	0.57	0.52	0.49	0.55	0.51	0.48	0.50	0.47	0.45	3
	1.50	0.61	0.56	0.53	0.59	0.55	0.52	0.54	0.51	0.49	3
	2.00	0.66	0.62	0.59	0.64	0.61	0.58	0.59	0.56	0.54	3
	2.50	0.69	0.66	0.63	0.67	0.64	0.62	0.62	0.60	0.58	3
	3.00	0.72	0.68	0.66	0.69	0.66	0.64	0.64	0.63	0.60	3
	4.00	0.75	0.72	0.70	0.72	0.69	0.68	0.67	0.66	0.63	3
	5.00	0.77	0.74	0.72	0.73	0.71	0.70	0.69	0.68	0.64	3

١ / ٦ / ٢ - وحدات إضاءة المنشآت العامة والتجارية

الشكل (١-٥٤) يعرض أهم وحدات الإضاءة المستخدمة فى المنشآت العامة والتجارية. فوحدة الإضاءة C تثبت على الأسقف أو تعلق فى السقف، ووجه وحدة الإضاءة لوح من الزجاج المنشورى، ووحدة الإضاءة E تثبت على الأسقف الثابتة أو تعلق فى السقف ووجه وحدة الإضاءة عبارة عن ريش متعامدة من الألومنيوم، ووحدة الإضاءة G تثبت فى الأسقف المعلقة التى لها قنوات على شكل T لحمل وحدة الإضاءة، ووجه وحدة الإضاءة عبارة عن ريش متعامدة من الألومنيوم.

ووحدة الإضاءة H تثبت أو تعلق فى الأسقف الثابتة وهى تعتبر من وحدات الإضاءة المألوفة والتى تستخدم فى إضاءة المحلات التجارية والمخازن والمعارض.

والجدول (١-١٣) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة C



الشكل (١ - ٥٤)

الجدول (١-١٣)

2×40 W (36)	Uniformity at direct illumination distribution:	Calculated according
Red. factor	S/HM=1.25 79%	to the BZ-method (IES 1971)
2×20 W=1.00	S/HM=1.34 70%	S/HM=1.25
2×40 W=1.00	S/HM=1.50 54%	

Refl. factor	Ceiling / Walls / Floor	0.7 / 0.5 / 0.2	0.7 / 0.3 / 0.2	0.7 / 0.1 / 0.2	0.5 / 0.5 / 0.2	0.5 / 0.3 / 0.2	0.5 / 0.1 / 0.2	0.3 / 0.3 / 0.2	0.3 / 0.1 / 0.2	0.0 / 0.0 / 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60	0.33	0.30	0.27	0.32	0.29	0.27	0.29	0.27	0.26	2
	0.80	0.37	0.34	0.31	0.37	0.33	0.31	0.33	0.31	0.29	3
	1.00	0.41	0.37	0.35	0.40	0.37	0.34	0.36	0.34	0.33	3
	1.25	0.45	0.41	0.39	0.44	0.41	0.38	0.40	0.38	0.36	3
	1.50	0.47	0.44	0.41	0.46	0.43	0.41	0.42	0.40	0.38	3
	2.00	0.51	0.48	0.45	0.49	0.47	0.44	0.45	0.43	0.42	3
	2.50	0.53	0.51	0.48	0.51	0.49	0.47	0.48	0.46	0.44	3
	3.00	0.54	0.52	0.50	0.52	0.50	0.49	0.49	0.48	0.45	3
	4.00	0.56	0.55	0.53	0.54	0.52	0.51	0.51	0.50	0.47	3
	5.00	0.58	0.56	0.55	0.56	0.54	0.53	0.52	0.51	0.49	3

والجدول (١-١٤) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة E

الجدول (١-١٤)

2×40 W (36)	Uniformity at direct illumination distribution:	Calculated according
Red. factor	S/HM=1.00 91%	to the BZ-method (IES 1971)
2×20 W=1.00	S/HM=1.21 70%	S/HM=1.00
2×40 W=1.00	S/HM=1.25 66%	

Refl. factor	Ceiling / Walls / Floor	0.7 / 0.5 / 0.2	0.7 / 0.3 / 0.2	0.7 / 0.1 / 0.2	0.5 / 0.5 / 0.2	0.5 / 0.3 / 0.2	0.5 / 0.1 / 0.2	0.3 / 0.3 / 0.2	0.3 / 0.1 / 0.2	0.0 / 0.0 / 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60	0.32	0.29	0.27	0.31	0.28	0.26	0.28	0.26	0.25	2
	0.80	0.38	0.35	0.32	0.37	0.34	0.32	0.34	0.32	0.31	2
	1.00	0.42	0.39	0.37	0.41	0.38	0.36	0.37	0.36	0.35	2
	1.25	0.45	0.42	0.40	0.44	0.41	0.39	0.41	0.39	0.38	2
	1.50	0.47	0.45	0.42	0.46	0.44	0.42	0.43	0.41	0.40	1
	2.00	0.50	0.48	0.46	0.49	0.47	0.45	0.46	0.44	0.43	1
	2.50	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.47	0.46	0.44	1
	3.00	0.53	0.52	0.50	0.51	0.50	0.49	0.49	0.48	0.45	1
	4.00	0.55	0.54	0.52	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.47	1
	5.00	0.56	0.55	0.53	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.48	2

الجدول (١-١٥)

4×40 W	Uniformity at direct illumination distribution:	Calculated according
Red. factor	S/HM=1.50 71%	to the BZ-method (IES 1971)
4×20 W=1.00	S/HM=1.52 70%	S/HM=1.50
4×40 W=1.00	S/HM=1.50 71%	

Refl. factor	Ceiling / Walls / Floor	0.7 / 0.5 / 0.2	0.7 / 0.3 / 0.2	0.7 / 0.1 / 0.2	0.5 / 0.5 / 0.2	0.5 / 0.3 / 0.2	0.5 / 0.1 / 0.2	0.3 / 0.3 / 0.2	0.3 / 0.1 / 0.2	0.0 / 0.0 / 0.0	BZ Nr
											0
Room-index	0.80	0.37	0.34	0.32	0.36	0.33	0.32	0.33	0.32	0.30	2
	1.00	0.41	0.38	0.36	0.40	0.37	0.36	0.37	0.35	0.34	2
	1.25	0.44	0.41	0.39	0.43	0.41	0.39	0.40	0.38	0.37	2
	1.50	0.46	0.44	0.42	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41	0.39	2
	2.00	0.50	0.47	0.45	0.48	0.46	0.44	0.45	0.43	0.42	2
	2.50	0.51	0.49	0.47	0.50	0.48	0.46	0.46	0.45	0.44	2
	3.00	0.53	0.51	0.49	0.51	0.49	0.48	0.48	0.47	0.45	2
	4.00	0.54	0.53	0.51	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.46	2
	5.00	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52	0.51	0.50	0.50	0.47	2

والجدول (١-١٦) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة H.

الجدول (١ – ١٦)

2×40 W	Uniformity at direct illumination distribution:	Calculated according
Red. factor	S/HM=1.50 74%	to the BZ-method (IES 1971)
2×20 W=1.00	S/HM=1.56 70%	S/HM=1.50
2×40 W=1.00	S/HM=1.50 74%	

Refl. factor	Ceiling / Walls / Floor	0.7 / 0.5 / 0.2	0.7 / 0.3 / 0.2	0.7 / 0.1 / 0.2	0.5 / 0.5 / 0.2	0.5 / 0.3 / 0.2	0.5 / 0.1 / 0.2	0.3 / 0.3 / 0.2	0.3 / 0.1 / 0.2	0.0 / 0.0 / 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60										0
	0.80	0.47	0.41	0.37	0.46	0.40	0.36	0.39	0.36	0.33	5
	1.00	0.54	0.47	0.42	0.52	0.46	0.42	0.45	0.41	0.39	5
	1.25	0.59	0.53	0.48	0.57	0.52	0.48	0.50	0.46	0.44	5
	1.50	0.64	0.58	0.53	0.61	0.56	0.52	0.54	0.51	0.48	5
	2.00	0.70	0.65	0.60	0.67	0.62	0.58	0.61	0.57	0.54	5
	2.50	0.74	0.70	0.65	0.71	0.67	0.64	0.65	0.62	0.58	5
	3.00	0.78	0.73	0.69	0.74	0.70	0.67	0.68	0.65	0.62	5
	4.00	0.82	0.78	0.74	0.78	0.75	0.72	0.72	0.70	0.65	5
	5.00	0.84	0.81	0.78	0.80	0.78	0.75	0.75	0.73	0.68	5

١ . ٦ / ٣- الفيض الضوئى للمصابيح المختلفة

- يعتمد الفيض الضوئى على نوع المصباح وقدرته. والجدول (١ – ١٧) يعرض المواصفات الفنية للمصابيح الفلورسنت الخطية

الجدول (١ – ١٧)

قدرة المصباح W	اللون	الفيض الضوئى Lm	قطر الأنبوبة mm	الطول mm	العمر المتوقع (ساعة)
18	ضوء النهار	1300	26	590	9000
18	أبيض	1450	26	590	9000
18	أبيض دافئ	1450	26	590	9000
20RS	أبيض عام	1050	38	590	9000
20RS	أبيض بارد	1150	38	590	9000
20RS	أبيض دافئ	1150	38	590	9000
36	ضوء النهار	3250	26	1200	20000
36	أبيض	3450	26	1200	20000
36	أبيض دافئ	3450	26	1200	20000
40RS	أبيض عام	2500	38	1200	20000
40RS	أبيض بارد	3000	38	1200	20000
40RS	أبيض دافئ	3000	38	1200	20000
58	ضوء النهار	5200	26	1500	20000
58	أبيض	5400	26	1500	20000
58	أبيض دافئ	5400	26	1500	20000
65	أبيض عام	4000	38	1500	20000
65	أبيض بارد	4800	38	1500	20000
65	أبيض دافئ	4800	38	1500	20000

حيث إن: RS تعنى وحدات إضاءة فلورسنت سريعة البدء.

والجدول (١ – ١٨) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الفلورسنت التى على شكل (U)

الجدول (١– ١٨)

العمر (ساعة)	طول المصباح mm	قطر الأنبوبة mm	الفيض الضوئى Lm	اللون	القدرة
12000	570	38	2400	أبيض عام	40
12000	570	38	3000	أبيض	40
12000	570	38	3000	أبيض دافئ	40

والجدول (١ – ١٩) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الزئبق ذات الضغط العالى البصيلية المبطنة.

الجدول (١– ١٩)

عمر المصباح (ساعة)	قاعدة المصباح	طول المصباح mm	قطر المصباح mm	الفيض الضوئى Lm	القدرة W
18000	E27	130	55	2000	50
18000	E27	126	70	3800	80
18000	متوسط	138	72	4000	100
18000	E27	170	75	6300	125
18000	Mogul	180	92	8600	175
24000	E40	226	90	13500	250
24000	E40	290	120	23000	400
18000	E40	330	140	42000	700
18000	E40	390	165	60000	1000

والجدول (١ – ٢٠) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الهاليد المعدنى البصيلية الشكل والمبطنة من الداخل.

الجدول (١– ٢٠)

العمر (ساعة)	القاعدة	الطول mm	القطر mm	الفيض الضوئى Lm	القدرة W
10000	E40	226	90	17000	250
10000	E40	290	120	28500	400
10000	E40	380	165	80000	1000

والجدول (١ – ٢١) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى البصيلية الشكل والمبطنة من الداخل.

الجدول (١– ٢١)

العمر (ساعة)	القاعدة	الطول mm	القطر mm	الفيض الضوئى Lm	القدرة W
24000	E27	156	70	3500	50 *
24000	E27	156	70	5600	70 *
24000	E40	156	70	9000	110 **
24000	E40	226	90	14000	150
24000	E40	226	90	25000	250
24000	E40	290	120	47000	400
24000	E40	400	165	120000	1000

حيث إن:—

*** العمر مقدر على أساس كل مرة بدء يعمل المصباح ثلاث ساعات**

**** لا تحتاج إلى بادئ**

١ / ٦ / ٤ – النموذج المستخدم فى حسابات الإضاءة الداخلية

بالجدول (١– ٢٢) النموذج المستخدم فى حسابات الإضاءة الداخلية بطريقة BZ

الجدول (١– ٢٢)

المشروع	
عرض الغرفة (m)	W
طول الغرفة (m)	L
مساحة الغرفة (m^2)	A
الارتفاع الكلى (m)	Ht
ارتفاع التعليق (m)	Hs
ارتفاع وحدة الاضاءة من سطح العمل (m)	$Hm = Ht - Hs - 0.85$
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm\,(L + W)}$
معامل انعكاس السقف	ρc
معامل انعكاس الحائط	ρw
معامل انعكاس الأرضية	ρf
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n
معامل الاستخدام	U_F
معامل الاتساخ	F
معامل التصحيح	K
نوع المصباح وقدرته	
الفيض الضوئى للمصباح (Lm)	Q
الاستضاءة المطلوبة	E
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\O N U_F K}$
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{W}}$
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N \O n U_F K}{A.F}$

١ / ٦ / ٥– الاستضاءة الموصى بها فى الأماكن المختلفة

الجدول (١– ٢٣) يعرض قيم الاستضاءة المتوسطة الموصى بها فى الأماكن المختلفة

الجدول (١– ٢٣)

المكان	الاستضاءة LUX	المكان	الاستضاءة LUX
– المحلات والمعارض:		– الفنادق:	
محلات تقليدية	300	قاعة الاستقبال والمحاسبة	300
محلات بخدمة ذاتية	500	أماكن شرب القهوة والشاى	150
سوبر ماركت	750	غرف الأكل والمطعم	200
– معارض سيارات وأجهزة	500	المطبخ	500
– المتاحف وقاعات الفنون:		غرف النوم والحمامات:	
معروضات حساسة للضوء	150	عام	100
معروضات تحتاج للضوء	300	موضعى	300
– المنشآت العامة:		– البنوك:	
السينما:		أماكن العمل	500
صالة العرض	50	غرف الحاسبات الالكترونية	500
الدهاليز	150	غرف إدخال المعلومات	500
المسارح:		– المستشفيات:	
صالات العرض	100	غرف الاستشارة الطبية	
الدهاليز	200	عام	300
المساجد	300	فحص	1000
– محطات النقل البرى:		الممرات العامة	150
أماكن شراء التذاكر	500	غرف العناية المركزة:	
أماكن الانتظار	200	السرير	30: 50
المطاعم	100	الممرات بين السراير	100
		المراقبة	400
		المراقبة الموضعية	1000
		غرفة الممرضات	300

تابع الجدول (١- ٢٣)

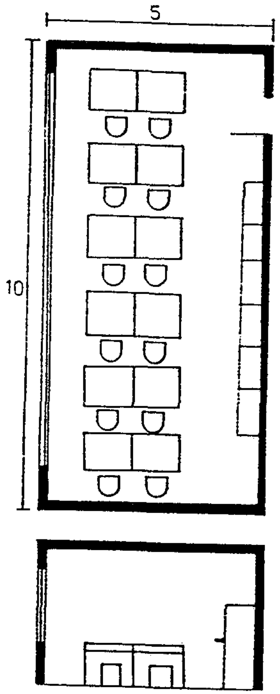
المكان	الاستضاءة LUX	المكان	الاستضاءة LUX
ـ الجراحات		ـ تابع المستشفيات	
إصلاح	1000	المختبرات:	
مدخل الجراج	500	عام	300
أماكن انتظار السيارات	50	فحص	500
ـ المكاتب		غرفة التخدير	
غرفة الاجتماعات والمؤتمرات	300: 500	عام	300
غرفة الأرشيف	300	موضعى	1000
مكاتب المدربون والمدرسون	500	غرفة العمليات:	
مكاتب الرسم	500: 750	عام	400 : 500
مكاتب عادية	300	موضعى	1000: 5000
ـ قاعات المحاضرات:		المخابز:	
عام	300	عام	300
السبورة	500	فحص وتنسيق	500
المختبرات	500	أماكن العجن	300
المكتبة	500	مصانع التعبئة والحفظ	500
غرفة الفنون	500	الصناعات الكيميائية:	
صالة ألعاب رياضية	500	المختبرات	750
المكتبات		غرف التحكم	500
رفوف الكتب	150	صناعة الشيوكولاتة:	
طاولات القراءة	300	عام	300
مخازن	200	فحص وتنسيق	500
		معامل الألبان	300
		صناعة الورق	300

المكان	الاستضاءة LUX	المكان	الاستضاءة LUX
ـ صناعة الزجاج:		الصناعات الفخارية:	
غرفة الخلط	200	غرف الحريق	200
التشكيل والنفخ	300	السباكة والكبس	300
التنسيق	500	التنسيق والطلاء بالمينا	750
الحفر على الزجاج بالحوامض	750	الطباعة:	
مصانع البلاستيك:		غرف ماكينات الطباعة وتدبيس الورق	500
الكبس والصقل	750		
القطع والخياطة	1000	التجميع اليدوى	750
التصنيف	1500	حفر وتهذيب الصور	1000
الورش:		الصناعات النسيجية	
طاولة الأعمال غير الدقيقة واللحام	300	تسريح الغزل	300
الطاولة التى تحتاج لدقة متوسطة	500	الغزل واللف على بكر	500
مكان الآلات المتوسطة الدقيقة	500	خياطة الملابس	750
طاولة الأعمال الدقيقة	750	الخياطة الدقيقة	1000
ورشة الأعمال الدقيقة	750	الفحص	1500
الأعمال الدقيقة جداً	1000	ورش النجارة:	
أعمال غاية فى الدقة	2000	القطع غير الدقيق	200
الصناعات الكهربية:		طاولة عمل غير دقيق	300
لف الملفات	500	طاولة عمل متوسط	500
التجميع الدقيق	15000	تشطيب وفحص نهائى	750
الضبط والفحص	1000		
المسابك:			
سباكة غير دقيقة	300		
سباكة دقيقة	500		

١ / ٧- تطبيقات على تصميمات الإضاءة

١/٧/١- تصميم إضاءة مكتب رسم هندسى

غرفة مكتب أبعادها 10 X 5m، والمسقط الأفقى والرأسى لها مبين بالشكل (١– ٥٥)؛ علماً بأن الأبعاد المدونة بالشكل بالمتر.



الشكل (١– ٥٥)

ويوضع بداخل الغرفة اثنى عشر مكتباً بالطريقة المبينة بالشكل ذاته. والمطلوب عمل تصميم لإضاءة المكتب؛ علماً بأن السقف ثابت. ومصنوع من المصيص الأبيض، والحائط بلوط فاتح، والأرضية بلاط غامق نظيف.

ولتصميم إضاءة هذا المكتب نتبع الخطوات التالية:

– من الجدول (١– ٦) فإن معامل انعكاس سقف المصيص الأبيض $\rho_c = 0.7$

– من الجدول (١– ٧) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho_w = 0.3$ ومعامل انعكاس الأرضية $\rho_F = 0.1$

– ومن الجدول (١– ٨) فإن معامل الاتساخ لوحدات الإضاءة المستخدمة إذا كانت من النوع المغلق (C) المبينة بالشكل (١– ٥٤) يساوى $F = 1.33$

– من الجدول (١– ١٣) الخاص بوحدة الإضاءة C فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين يساوى $K = 1.0$

– من الجدول (١– ١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 407 لونه أبيض دافئ يساوى $Ø = 300$ Lm

– من الجدول (١– ٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لمكاتب الرسم الهندسى تساوى $E = 500$ Lux

وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	مكتب رسم هندسى	
عرض الغرفة (m)	W	5 m
طول الغرفة (m)	L	10 m
مساحة الغرفة (m^2)	A	50 m^2
الارتفاع الكلى (m)	Ht	3.5 m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0 m
ارتفاع وحدة الاضاءة من سطح العمل (m)	$Hm = Ht - Hs - 0.85$	2.15 m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm(L+W)}$	1.55
معامل انعكاس السقف	ρc من الجدول (١ – ٦)	0.7
معامل انعكاس الحائط	ρw من الجدول (١ – ٧)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρf من الجدول (١ – ٧)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١–١٣)	0.47
معامل الاتساخ	F من الجدول (١ – ٨)	1.33
معامل التصحيح	K من الجدول (١–١٣)	1
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ/ 40w/ فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح (Lm)	Ø من الجدول (١–١٧)	3000 Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١–٢٣)	500 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{ØnUFK}$	$N = 11.8 \rightarrow 12$
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	$4.89 \rightarrow 6$
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	$2.4 \rightarrow 2$
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	0.59
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{NØnUFK}{A.F}$	Ee = 448 Lux

والجدير بالذكر أن قيمة $\frac{S}{Hm}$ من الجدول (١– ١٣) تساوى 1.25 للحصول على نسبة بين أقل استضاءة إلى أعلى استضاءة. وهى أكبر من القيمة $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول.

والشكل (١-٥٦) يبين المسقط الأفقى والرأسى لهذا المكتب بعد تثبيت وحدات الإضاءة.

١/٧/٢ – تصميم إضاءة فصل دراسى

فصل دراسى أبعاده 7 x 8m والمسقط الأفقى والرأسى لهذا الفصل الدراسى مبين بالشكل (١-٥٧)

ويوضع بداخل الفصل الدراسى ستة عشر طاولة للطلاب وطاولة للمدرس.

علماً بأن السقف ثابت ومصنوع من المصيص الأبيض، والحائط بلون سن الفيل، والأرضية بنية اللون. ولتصميم إضاءة هذا الفصل نتبع الخطوات التالية:

– من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس السقف ρ c= 0. 7

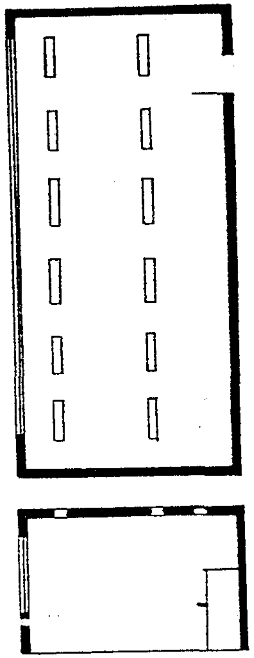
– من جدول (١-٧) فإن معامل انعكاس الحائط ρw= 0. 7

– من جدول (١-٦) فإن معامل انعكاس الأرضية ρf = 0. 7

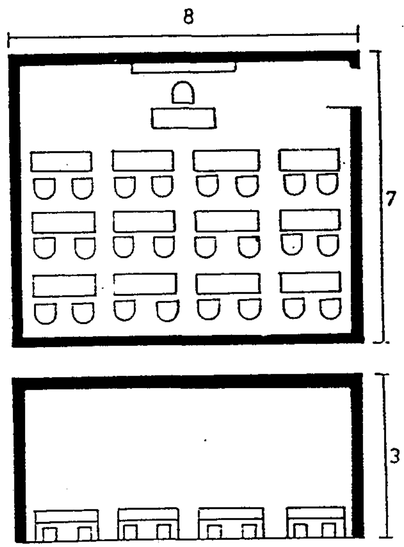
ويمكن اختيار وحدة الإضاءة E المبينة بالشكل (١-٥٤) والتي تحتوى على ريش متعامدة من الألومنيوم.

– من جدول (١-٨) فإن معامل الاتساخ لوحدات الإضاءة المفتوحة

– من جدول (١-١٤) الخاص بوحدة الإضاءة E فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت 2x 40w يساوى K= 1.00



الشكل (١-٥٦)



الشكل (١-٥٧)

– من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 58w لونه أبيض دافئ يساوى Ø = 5400 lm

– من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة للفصل الدراسى E = 300 lux

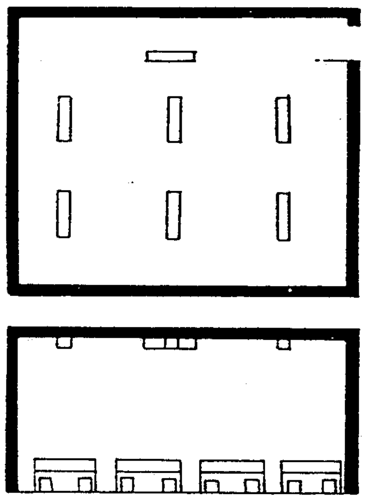
وفيما يلى نموذج الحساب المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	فصل دراسى	
عرض الغرفة (m)	W	7 m
طول الغرفة (m)	L	8 m
مساحة الغرفة (m^2)	A	56 m^2
الارتفاع الكلى (m)	Ht	3.5 m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0 m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	Hm = Ht - H s - 0.85	2. 15 m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm (L + W)}$	1.736
معامل انعكاس السقف	ρc من الجدول (١-٦)	0. 7
معامل انعكاس الحائط	ρw من الجدول (١-٧)	0. 5
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٦)	0. 2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١-١٤)	$\frac{0.47+ 0.2}{2}$=0.485
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1. 42
معامل التصحيح	K من الجدول (١-١٤)	1.0
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ /58w/ فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح (Lm)	Ø	5400 Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	300 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{ØnUFK}$	N=4.55 → 5→ (6+1)
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	2.2 → 3
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	2.0 9 → 2
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	1.31
الاستضاءة المحسوبة	$Ee= \frac{NØnUFK}{A. F}$	461 Lux

ويلاحظ من نموذج الحسابات السابق أن قيمة عدد وحدات الإضاءة كان في البداية 4.55 فتم تقريبه إلى 5، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 2.2 فتم تقريبها إلى 3، في حين أنه عند حساب عدد وحدات الإضاءة الأفقية كانت 2.09 فتم تقريبها إلى 2، وبالتالي تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح 6 = 3 x 2 ومن أجل رفع الاستضاءة عند السبورة تم إضافة وحدة إضاءة أخرى لوضعها بجوار السبورة فيصبح العدد الكلي لوحدات الإضاءة 7 وحدات.

ويلاحظ أيضًا أن النسبة بين البعد المتوسط لوحدات الإضاءة وارتفاع الوحدات عن سطح العمل تساوى 1.31 وهى أكبر من القيمة المعطاة بالجدول (١ – ١٤) والتى تساوى 1.25 للحصول على نسبة مئوية بين الاستضاءة الصغرى والكبرى تساوى 66٪، ولكن نظرًا لأن الاستضاءة المحسوبة تساوى 461 Lux، وهى أكبر بكثير من الاستضاءة المطلوبة والتى تساوى 300 Lux ؛ لذلك يمكن قبول هذا التوزيع لوحدات الإضاءة.

والشكل (١ – ٥٨) يعرض المسقط الأفقى والرأسى للفصل الدراسى بعد تثبيت وحدات الإضاءة.



الشكل (١ – ٥٨)

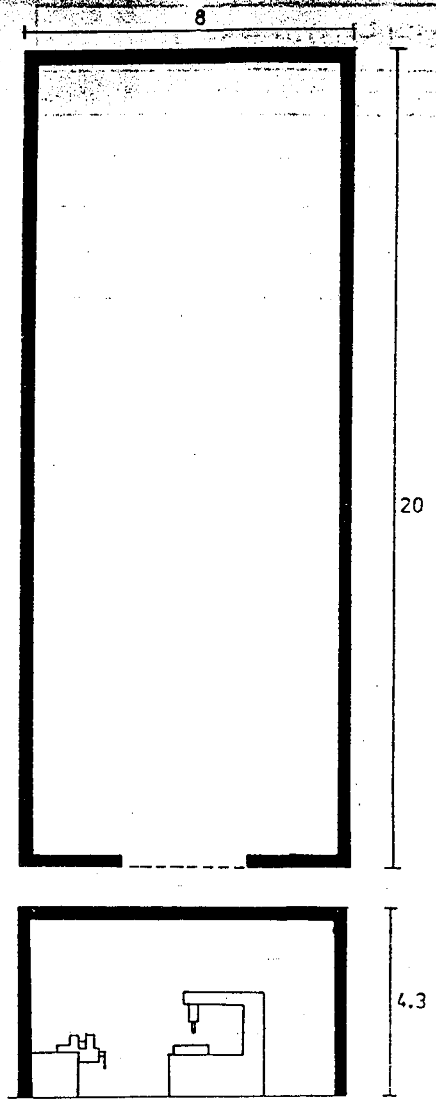
١ / ٧ / ٣ تصميم إضاءة ورشة إنتاج

ورشة إنتاج أبعادها 20 x 8m والمسقط الأفقى والرأسى لها مبين بالشكل (١– ٥٩)، فإذا كان لون سقف الورشة رمادى فاتح، ولون جدرانها أخضر زيتونى وأرضيتها خرسانة غامقة.

علمًا بأن هذه الورشة تقع فى وسط المدينة.

ولتصميم إضاءة هذه الورشة نتبع الخطوات التالية:

من الجدول (١ – ٦) فإن معامل انعكاس السقف $\rho c = 0.45$



الشكل (١ – ٥٩)

– من الجدول (١ – ٦) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho w = 0.30$

– من الجدول (١ – ٧) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho F = 0.2$

ويمكن اختيار وحدة الإضاءة F المبينة بالشكل (١ – ٥٣) والمفتوحة. لذلك فإن معامل الاتساخ من الجدول (١ – ٨) لوحدات الإضاءة المفتوحة، والتى تستخدم فى ورشة تقع فى وسط المدينة تساوى F = 1.48

– من الجدول (١ – ٩) الخاص بوحدة الإضاءة F فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت 40w يساوى K= 1.00

– من الجدول (١ – ١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 40W لونه أبيض دافئ يساوى Ø = 3000 lm

– من الجدول (١ – ٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لورشة الإنتاج تساوى

E = 500 lux

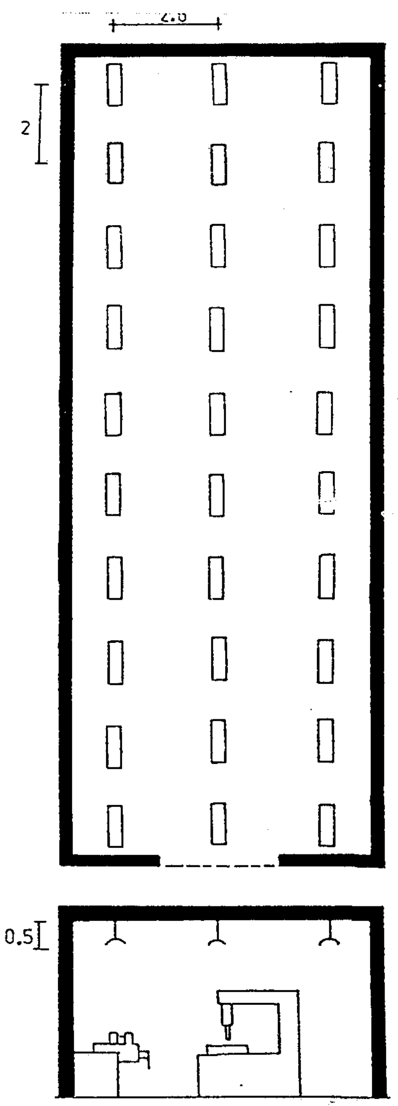
وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	ورشة معادن (ورشة إنتاج)	
عرض الغرفة (m)	W	8
طول الغرفة (m)	L	20
مساحة الغرفة (m^2)	A	160
الارتفاع الكلى (m)	Ht	4.3
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0.5
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$H_m = H_t - Hs - 0.85$	2.95
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm\,(L+W)}$	1.937
معامل انعكاس السقف	ρC من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρW من الجدول (١-٦)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٧)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	U_F من الجدول (١-٩)	0.75
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1.48
معامل التصحيح	k	
نوع المصباح وقدرته		أبيض دفئ /40w/ فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح Lm	φ من الجدول (١-١٧)	3000Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	500 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\phi n U_F K}$	26.2 → 27 → 30
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	8.1 → 10
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	3.2 → 3
النسبة S/H_m والمحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}}\,/Hm$	0.78
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N \phi n U_F K}{A F}$	569

ويلاحظ من نموذج الحسابات السابقة أن قيمة عدد وحدات الإضاءة المحسوبة كان فى البداية 26.2، فتم تقريبه إلى 27، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 8.1، فتم تقريبها إلى 10، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة العرضية كانت 3.2 فتم تقريبها إلى 3، وبالتالى تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح 30 =10x3.

ويلاحظ أن النسبة بين $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة تساوى 0.78 وهى أقل من المعطاة فى الجدول (١-٩)؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة Ee=569Lux وهى أكبر من المطلوبة والتى تساوى E=500Lux؛ لذلك فإن التصميم المقترح جيد.

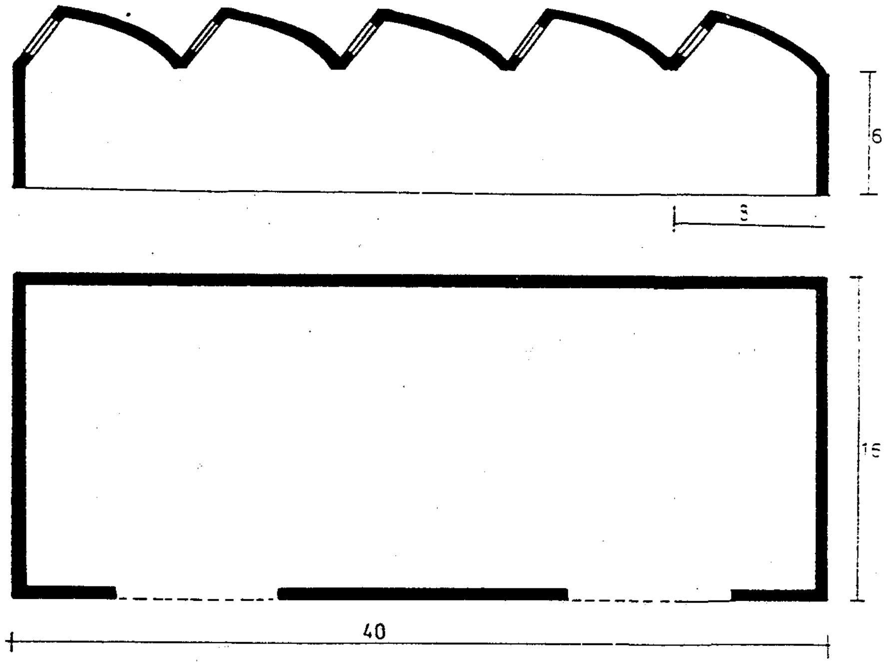
والشكل (١-٦٠) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لورشة الإنتاج بعد تثبيت وحدات الإضاءة؛ علماً بأنه يمكن استخدام أحد وسائل التعليق المذكورة فى الفقرة (١/٤/١) لتثبيت وحدات الإضاءة الفلورسنت ذات الخدمة الشاقة والمستخدمة فى إضاءة الورشة.



الشكل (١-٦٠)

١/٧/٤ - تصميم إضاءة ورشة إصلاح سيارات

الشكل (١-٦١) يعرض المسقط الرأسى والأفقى لورشة إصلاح وصيانة سيارات لها سقف على شكل أسنان منشار، علماً بأن الأبعاد بالمتر، كما أن هذه الورشة تقع فى ضواحى المدينة.



الشكل (١-٦١)

حيث إن:

شبابيك إضاءة الورشة فى النهار	1
باب رأسى يعمل بمحرك	2

علماً بأن لون السقف رمادى فاتح ولون الجدران أخضر زيتونى وكانت الأرضية خرسانة غامقة.

ولتصميم إضاءة هذه الورشة نتبع الخطوات التالية:

- من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس السقف $\rho c = 0.45$
- من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho w = 0.3$
- من الجدول (١-٧) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho F = 0.2$
- ويمكن اختيار وحدة الإضاءة F المبينة بالشكل (١-٥٣) والمفتوحة؛ لذلك فإن معامل الاتساخ من الجدول (١-٨) لوحدات الإضاءة المفتوحة، والتى تستخدم فى ورشة تقع فى ضواحى المدينة يساوى.

$$F = 1.42$$

- من الجدول (١-٩) الخاص بوحدة الإضاءة F فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت 65w يساوى.

$$K = 0.97$$

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 65w أبيض دافئ يساوى 4800Lm.
- من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لورشة إصلاح السيارات تساوى $E = 300Lux$

وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم طريقة BZ.

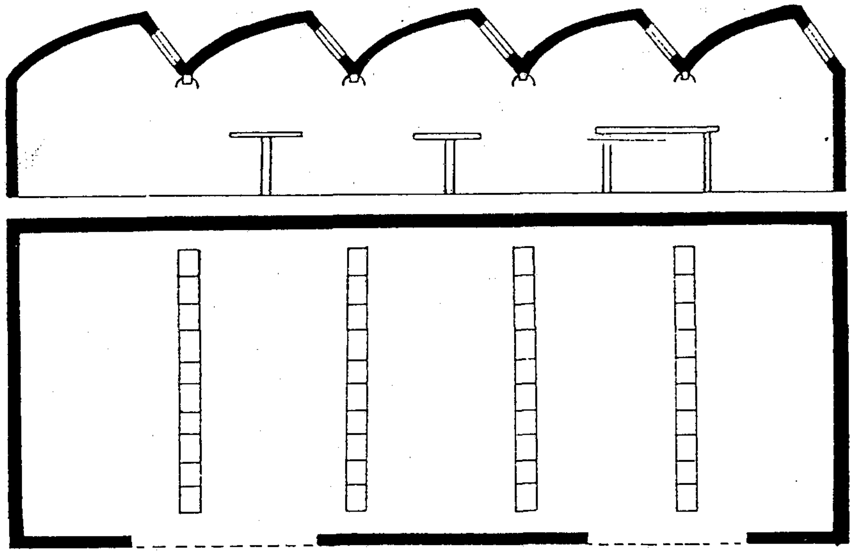
ويلاحظ من هذا النموذج أن قيمة عدد وحدات الإضاءة المحسوب كان فى البداية 37.1 فتم تقريبه إلى 38، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 9.7 فتم تقريبها إلى 10، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة العرضية كانت 3.9 فتم تقريبها إلى 4. وبالتالى تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح 10x4=40.

ويلاحظ أيضاً أن النسبة $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة تساوى 0.776 وهى أقل من المعطاة فى الجدول (١-٩) والتى تساوى 1.5 لتعطى توزيع إضاءة منتظم بمعدل 76%؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول.

كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة Ee=323Lux، وهى أكبر من الاستضاءة المطلوبة E=300Lux؛ لذلك فإن التصميم المقترح جيد.

المشروع	ورشة إصلاح السيارات	
عرض الغرفة (m)	W	16m
طول الغرفة (m)	L	40m
مساحة الغرفة (m^2)	A	640m2
الارتفاع الكلى (m)	H_t	6m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$H_m = H_t - Hs - 0.85$	5.15m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{H_m (L+W)}$	2.22
معامل انعكاس السقف	ρC من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρW من الجدول (١-٦)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٧)	0.2
عـدد المصـابيح فى وحـدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	U_F من الجدول (١-٩)	$\frac{0.78+0.75}{2} = 0.765$
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1.42
معامل التصحيح	k من الجدول (١-٩)	0.97
نوع المصباح وقدرته		يض دافئ/ 65w؛ فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح Lm	ϕ من الجدول (١-١٧)	4800Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	300Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\phi n U_F K}$	$37.1 \rightarrow 38 \rightarrow 40$
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	$9.7 \rightarrow 10$
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	$3.9 \rightarrow 4.0$
النسبة S/H_m والمحسوبة	$\frac{S}{H_m} = \sqrt{\frac{A}{N}} / H_m$	0.776
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N \phi n U_F K}{AF}$	323Lux

والشكل (١-٦٢) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لورشة إصلاح السيارات بعد تثبيت وحدات الإضاءة.



الشكل (١-٦٢)

١ / ٧ / ٥- تصميم إضاءة مصنع صغير

الشكل (١-٦٣) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لقسم التشكيل والنفخ لمصنع زجاج، ويلاحظ أن هذا القسم مصنوع من جمالونات من الصلب عددهم 13 جمالونا، يقسم هذا القسم إلى 12 جزءاً طول كل منها 25m ، وعرضه 5m ، كما أن ارتفاع أقرب نقطة من الجمالون إلى الأرض يساوى 11m .

والجدير بالذكر أن جدران وأسقف هذا القسم لونها رمادى فاتح، أما الأرضية فمصنوعة من الخرسانة الرمادية.

ولتصميم إضاءة هذا القسم نتبع الخطوات التية :

– من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس السقف ρc=0.45

– من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس الحائط ρw= 0.45

– من الجدول (١-٧) فإن معامل انعكاس الأرضية ρF= 0.2

- ويمكن اختيار وحدة إضاءة الأسقف العالية DD لأن ارتفاع السقف أكبر من 6m والمبينة بالشكل (١-٥٣) والمغلقة؛ لذلك فإن معامل الاتساخ من الجدول (١-٨) لوحدات الإضاءة المغلقة، والتى تستخدم فى مصنع يمكن اعتباره قذر ويساوى:

$$F= 1.42$$

- ومن الجدول (١-١٢) الخاص بوحدة الإضاءة DD فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباح هاليد معدنى 400w يساوى:

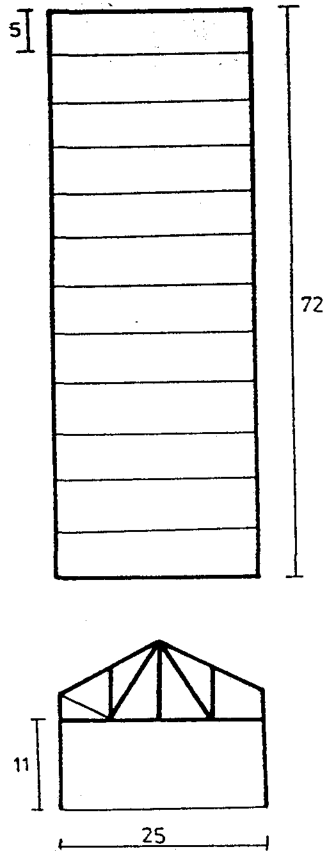
$$K= 1.00$$

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح هاليد معدنى قدرته 400w يساوى

$$\O = 28500 \text{ Lm}$$

- من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لقسم التشكيل بالنفخ فى مصنع زجاج يساوى.

$$E=300 \text{ lux}$$



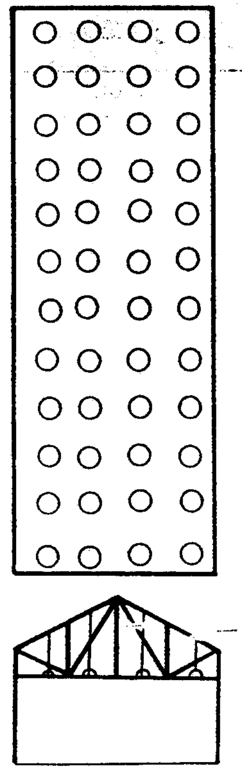
الشكل (١-٦٣)

وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم بطريقة BZ.

ويلاحظ من هذا النموذج أن النسبة المحسوبة $\frac{S}{Hm}$ تساوى 0.59، وهى أقل من المعطاة فى الجدول (١-١٢)، والتى تساوى 1.0 لتعطى توزيع إضاءة منتظم بمعدل 81%؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول. كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة Ee=297Lux، والتى تساوى تقريباً الاستضاءة المطلوبة E=300Lux لذلك فإن التصميم المقترح جيد.

المشروع	قسم التشكيل والنفخ بمصنع زجاج	
عرض الغرفة (m)	W	20m
طول الغرفة (m)	L	72m
مساحة الغرفة (m^2)	A	1440m²
الارتفاع الكلى (m)	H_t	11m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$H_m= H_t - Hs - 0.85$	10.15
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{H_m (L+W)}$	1.54
معامل انعكاس السقف	ρc من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρw من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٧)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	1
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١-١٢)	0.59
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1.78
معامل التصحيح	k من الجدول (١-١٢)	1.00
نوع المصباح وقدرته		هاليد معدنى / 400w
الفيض الضوئى للمصباح Lm	ϕ من الجدول (١-١٧)	28500Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	300Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N= \frac{EAF}{\phi n U_f K}$	45.7 → 46 → 48
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	13.1 → 12
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	3.65→ 4
النسبة S/H_m والمحسوبة	$\frac{S}{H_m} = \sqrt{\frac{A}{N}} / H_m$	0.59
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N \O n U_F K}{A F}$	297Lux

والشكل (١–٦٤) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لقسم التشكيل والنفخ بمصنع الزجاج بعد تعليق وحدات الإضاءة؛ علماً بأنه يستخدم أعمدة لتعليق هذه الوحدات.



الشكل (١–٦٤)

١ / ٨ – الإضاءة الغامرة Flood lighting

تستخدم كشافات الإضاءة الغامرة فى :

١– إضاءة وجهات المبانى والنصب التذكارية.

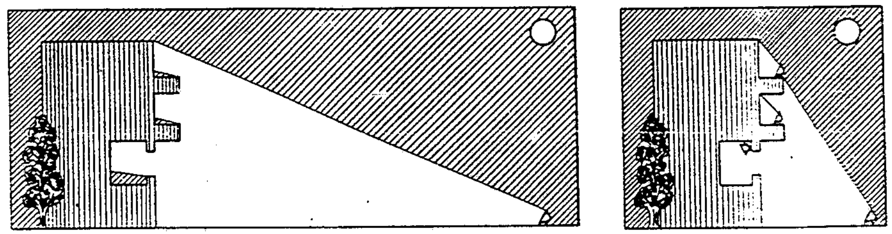
٢– إضاءة الشجر.

٣– إضاءة الملاعب الرياضية.

٤– إضاءة الميادين والمساحات الكبيرة فى المطارات والموانى ... إلخ.

وفى هذا الكتاب سنتناول الإضاءة الغامرة المستخدمة فى إضاءة وجهات المبانى والشجر والنصب التذكارية لإبراز النواحى الفنية والجمالية.

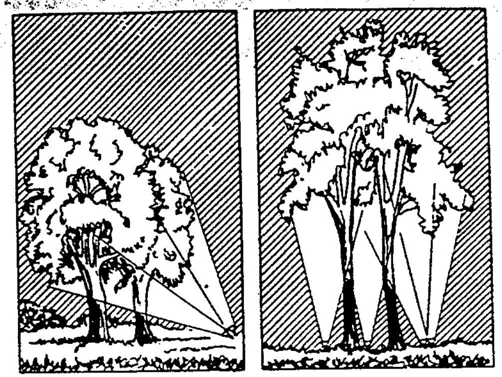
والشكل (١–٦٥) يوضح كيفية استخدام الإضاءة الغامرة فى إضاءة وجهات المبانى.



ب أ

الشكل (١–٦٥)

فالشكل (أ) يبين كيفية استخدام كشاف واحد فى غمر وجه المبنى بالإضاءة إذا توفرت مساحة كبيرة خالية أمام المبنى، أما الشكل (ب) فيبين كيفية استخدام أربعة كشافات لغمر وجه المبنى بالإضاءة إذا لم تتوفر مساحة كبيرة خالية أمام المبنى.



الشكل (١–٦٦)

والشكل (١–٦٦) يوضح كيفية استخدام الإضاءة الغامرة فى إضاءة الشجر.

والجدير بالذكر أن قيمة النصوع المطلوب على سطح المبنى المراد غمره بالضوء يعتمد على حجم المبنى، وكذلك على إضاءة خلفية المبنى والوسط المحيط به.

والجدول (١–٢٤) يعطى قيمة النصوع المتوسط المطلوب فى الإضاءة الغامرة لوجهات المبانى أو الشجر.

الجدول (١ – ٢٤)

النصوع المتوسط cd/m^2	نوع السطح المراد غمره بالإضاءة
3:6.5	مبنى أو نصب تذكارى منفرد
	مبانى فى الشوارع أو الميادين:
6.5 :10	محاطة بمكان مظلم
10:13	محاطة بمكان مضاء بإضاءة معتدلة
13:16	محاطة بمكان مضاء بإضاءة عالية

والمعادلة 5. تستخدم لتعيين قيمة الفيض الضوئى المطلوب لغمر مساحة بالضوء

$$\phi = \frac{\pi \bar{L} A}{\rho \, U_f} \rightarrow 1.5$$

وحيث إن :

الفيض الضوئى Lm	ϕ
النصوع Cd/m^2	$\bar{L}$
المساحة المطلوب غمرها بالضوء	A
معامل الانعكاس	ρ
معامل الاستخدام	UF
النسبة التقريبية 3.14	π

والجدول (١–٢٥) يعطى قيمة معامل الاستخدام UF تبعاً لنوع السطح المطلوب غمره بالضوء.

الجدول (١–٢٥)

الأبراج والمآذن	مباني صغيرة	وجهات	نوع السطح
0.2	0.3	0.4	**معامل الاستخدام U_f**

والجدول (١–٢٦) يعطى قيمة معامل الانعكاس تبعاً لخامة المبنى .

الجدول (١–٢٦)

خرسانة أو حجر رملى مترب	خشب غامق أو جرانيت	خشب فاتح	طوب غامق	طوب فاتح	حجر رملى غامق	حجر رملى فاتح	طلاء غامق	طلاء فاتح	رخام أبيض	طوب أبيض لامع	**نوع الخامة**
0.05.0.1	0.1:0.25	0.3:0.5	0.15:0.25	0.3:0.4	0.15:0.25	0.3:0.4	0.2:0.3	0.35:0.55	0.6:0.65	0.85	**معامل الانعكاس**

والجدول (١–٢٧) يبين المسافة بين كشاف الإضاءة الغامرة والمبنى تبعاً لزاوية حزمة أشعة الكشاف لأنواع مختلفة من المبانى المراد غمرها بالضوء.

الجدول (١–٢٧)

نوع المبنى المراد غمره	المسافة بين الكشاف والمبنى (m)	زاوية حزمة الأشعة
مبنى مكون من طابقين أو ثلاثة مغمور بإضاءة من كشاف مثبت على عمود الشارع	3-9	واسعة
مبنى مغمور بإضاءة من كشاف موضوع على الأرض مساحته أقل من $280m^2$	0.6 : 15 15:30 30: 45	واسعة متوسطة ضيقة
مبنى مساحته أكبر من $280m^2$	15:30 30:45	واسعة متوسطة
مبنى مساحته أكبر من $280m^2$ وأقل من $930m^2$	45:90	ضيقة
مبنى مساحته أكبر من $930m^2$	45:90	متوسطة
إضاءة الأعمدة والمآذن والأشجار	0.6:30	ضيقة

وحيث إن :

حزمة الأشعة ضيقة Narraw beam بزاوية أقل من $\gamma < 19°$

حزمة الأشعة متوسط Intermidiate بزاوية $19° < \gamma < 35°$

حزمة الأشعة واسعة Wide beam بزاوية $\gamma > 36°$

حيث إن:

γ زاوية الأشعة

ويجب أن تكون زاوية ميل الأشعة المنبعثة من كشاف الإضاءة الغامرة تتراوح ما بين 45:90° على اتجاه الرؤية.

ويجب اختيار نوع مصباح الكشاف تبعاً للون المبنى فينصح باستخدام مصابيح الهالوجين للمبانى المائلة للحمرة، ومصابيح الهالوجين أو الصوديوم للمبانى المائلة للصفرة. ومصابيح بخار الزئبق ذات الضغط العالى، أو مصابيح الهاليد المعدنى للمبانى ذات الألوان الخضراء أو الزرقاء.

مثـال:

واجهة بنك إسلامى طولها 27m، وارتفاعها 10m مصنوعة من رخام غامق والمطلوب غمرها بالضوء؛ علماً بأن البنك محاط بمكان مضىء بإضاءة معتدلة، كما أنه يوجد مساحة خالية أمام البنك طولها 4m يمكن استغلالها فى وضع كشاف الإضاءة الغامرة.

ولتصميم الإضاءة الغامرة لواجهة البنك نتبع الخطوات التالية:

– من الجدول (١–٢٤) فإن درجة النصوع المطلوبة تساوى $L=13cd/m^2$

– من الجدول (١–٢٥) فإن معامل الاستخدام تساوى $U_F = 0.4$

– من الجدول (١–٢٦) فإن معامل الانعكاس تساوى $\rho = 0.6$

وبالتالى فإن الفيض الضوئى المطلوب لغمر واجهة البنك تساوى

$$\phi = \frac{\pi L A}{\rho U_F}$$

$$= \frac{3.14 \times 13 \times 27 \times 10}{0.6 \times 0.4} = 45922Lm$$

ومن الجدول (١–٢١) فإن مصباح الصوديوم الذى قدرته 400w كاف لغمر هذه الواجهة؛ علماً بأن زاوية حزمة أشعة الكشاف المستخدم يجب أن تكون واسعة [ارجع للجدول (١–٢٧)].

والجدير بالذكر أن ضبط زاوية إمالة الكشاف على الأرض تتم بالمحاولة والخطأ أثناء تركيب الكشاف وتوصيله بالتيار الكهربى، ونستنتج من ذلك أنه يمكن استخدام كشاف بمصباح صوديوم قدرته 400w، وبشعاع بحزمة ضوئية واسعة.

الباب الثانى

توزيع التيار الكهربى فى المنشآت الكبيرة

توزيع التيار الكهربى فى المنشآت الكبيرة

٢ / ١- التوزيع الرأسى للقدرة الكهربية

تحتاج المنشآت الكبيرة إلى قدرات عالية لتغذية أحمال الإضاءة وأحمال أجهزة التبريد والتكييف وأحمال المصاعد الكهربية.. إلخ.

وعادة تحتاج المنشآت الكبيرة لمصدر تغذية مستقل يحتوى على محول خفض من جهد عال لجهد منخفض.

والشكل (٢-١) يبين أنظمة التوزيع الرأسية المختلفة المستخدمة فى المنشآت الكبيرة وهم كما يلى:

١- نظام التوزيع بصاعد واحد (الشكل أ)، ويمتاز هذا النظام أن لوحة التوزيع المستخدمة تكون صغيرة وبسيطة. فى حين يعاب عليه أنه عند حدوث أى مشكلة فى الخط الصاعد ينقطع التيار الكهربى عن المنشأة بأكملها، كما أن مساحة مقطع الصاعد تكون كبيرة مما يحتاج لتكلفة عالية فى التركيب. وعادة فإن هذا النظام يستخدم عندما تكون الدرجة الأمنية للمصدر الكهربى غير مهمة.

٢- نظام التوزيع لتغذية الأحمال كمجموعات (الشكل ب)، ويمتاز هذا النظام بسهولة تنفيذه، حيث يحتاج لموصلات لها مساحة مقطع صغيرة، وعند حدوث خطأ فى أحد المغذيات الرئيسية ينقطع التيار الكهربى عن مجموعة الأحمال التى يغذيها هذا المغذى فقط دون الباقى، ولكن يعاب على هذا النظام أنه يحتاج إلى لوحة توزيع كبيرة.

٣- نظام التوزيع المفرد للأحمال (الشكل جـ)؛ ويمتاز هذا النظام بصغر مساحة مقطع الموصلات المستخدمة عن تلك المستخدمة فى النظام الأول والثانى، الأمر الذى يسهل عملية تنفيذه، وعند حدوث مشكلة فى أحد المغذيات ينقطع التيار الكهربى عن دور واحد فقط؛ ولكن يعاب على هذا النظام كبر حجم

لوحة التوزيع، وكبر حجم القنوات التى تمرر فيها الموصلات للأدوار المختلفة، وارتفاع تكلفة التنفيذ.

٤ـ نظام التوزيع الحلقى للأحمال (الشكل د)، ويمتاز هذا النظام بارتفاع موثوقية الخدمة بمعنى انخفاض معدل انقطاع التيار الكهربى عن الأحمال، وصغر مساحة مقطع المغذيات الرئيسية عن تلك المستخدمة فى النظام الأول والثانى، وصغر حجم لوحة التوزيع عن تلك المستخدمة فى النظام الثانى والثالث، ويكثر استخدام هذا النظام عن الأنظمة السابقة.

٥ـ نظام التوزيع بصاعدين (الشكل هـ)؛ ويمتاز هذا النظام بارتفاع موثوقية الخدمة بمعنى انخفاض معدل انقطاع التيار الكهربى عن الأحمال وينصح باستخدام هذا النظام فى المبانى الشاهقة الارتفاع.

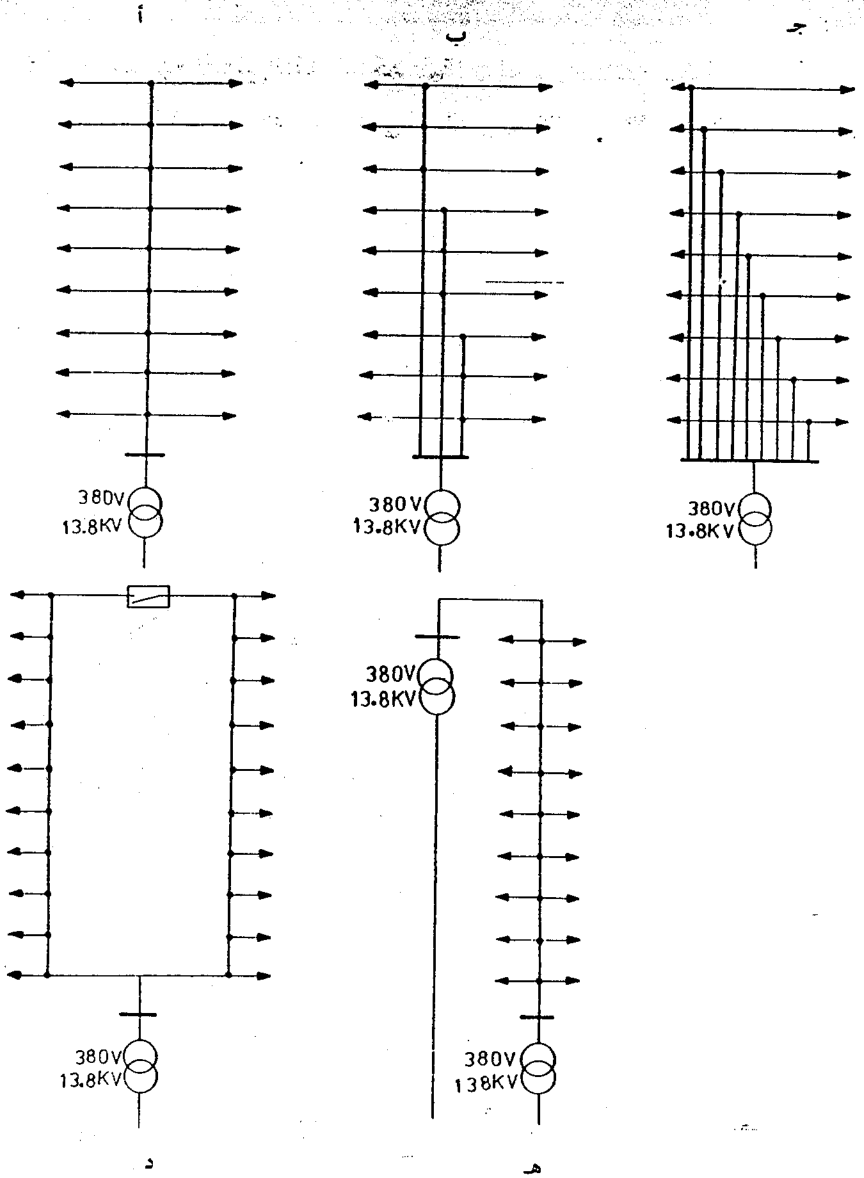
والجدير بالذكر أنه ينصح استخدام أنظمة ترانكات القضبان Busbar trunking system عن استخدام الكابلات فى التغذية الرأسية للمنشآت الكبيرة لما للأول من مميزات نذكر منها ما يلى:

- سهولة التنفيذ وانخفاض تكلفة التركيب بالمقارنة بتكلفة تركيب الكابلات.
- خفة الوزن وصغر الحيز المطلوب فى التركيب.
- ارتفاع سعة التحميل بالمقارنة بسعة تحميل الموصلات والكابلات.
- تحمل ارتفاع درجات الحرارة الناتجة عن زيادة التحميل نتيجة لمقدرة ترانكات القضبان على تشتيت الحرارة.

وعند استخدام ترانكات القضبان كصواعد لتغذية أحمال المنشآت الكبيرة يجب الاهتمام باختيار وسائل التثبيت الجيدة؛ وذلك لأنه عند حدوث قصر ينتج قوى تجاذب وتنافر بين هذه القضبان تكون كبيرة جداً.

ويجب غلق الترانكات بإحكام على هذه القضبان لمنع تراكم القاذورات عليها وللحماية من التلامس المباشر.

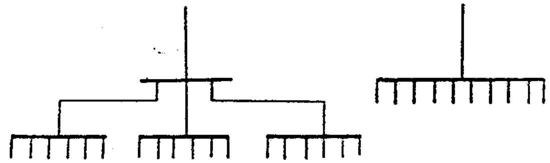
لمزيد من التفاصيل عن ترانكات القضبان والتلامس المباشر إرجع للكتاب الأول من هذه الموسوعة.



الشكل (٢-١)

٢ / ٢ – التوزيع الأفقى للقدرة الكهربية

عادة يتم الانتقال من التوزيع الرأسى إلى التوزيع الأفقى فى الأدوار (الطوابق) من خلال لوحات توزيع بكل طابق، ويعتمد حجم هذه اللوحات على عدد وقدرة الأحمال التى تغذيها. ويمكن تقسيم التوزيع الأفقى إلى توزيع مركزى وتوزيع غير مركزى كما هو مبين بالشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢)

أولاً: التوزيع المركزى:

وهو مبين بالشكل (أ) حيث يخصص لوحة توزيع واحدة بكل طابق لتغذية جميع الأحمال، وهذه اللوحة تحتوى على جميع قواطع الحماية اللازمة، وبالطبع فإن ذلك يحتاج لعدد كبير جداً من الموصلات والكابلات التى تخرج من اللوحة لتغذية الأحمال كلها وهذا بالطبع يؤدى إلى صعوبة تحديد مكان الخطأ عند حدوثة وكذلك زيادة فقد الجهد عند الأحمال.

ثانياً: التوزيع الغير مركزى:

وهو مبين بالشكل (ب) حيث يخصص لوحة توزيع رئيسية بكل طابق، ويتم تغذية كل مجموعة أحمال من لوحة توزيع فرعية وهذا النظام له عدة مميزات.

أ- تقليل عدد الكابلات الخارجة من لوحة التوزيع الرئيسية.

ب- سهولة تحديد مكان الخطأ.

جـ- فصل عدد قليل من الأحمال عند حدوث مشكلة فى أحد لوحات التوزيع الفرعية.

٢ / ٣ – لوحات المفاتيح ولوحات التوزيع

تستخدم كل من لوحات المفاتيح switch boards ، ولوحات التوزيع Distribution boards فى الربط بين محولات الخفض، أو مولدات الطوارئ والأحمال الكهربية بالمنشأة، وفيما يلى أهم الفروقات بين لوحات المفاتيح ولوحات التوزيع.

لوحات المفاتيح

– تحتوى على قضبان تصل سعتها إلى 4000A.

– تصنع من ألواح من الصلب.

– يصل ارتفاعها إلى 2.2m.

– تحتوى على قواطع من النوع الثابت، وقواطع من النوع الذى يمكن سحبه خارج اللوحة.

– تحتوى على دوائر تتحمل تيارات قصر تصل إلى 176KA.

– درجة حمايتها تصل إلى IP40 وأحيانا تكون IP54 عند الطلب.

لوحات التوزيع:

– تحتوى على قضبان تصل سعتها إلى 2000A.

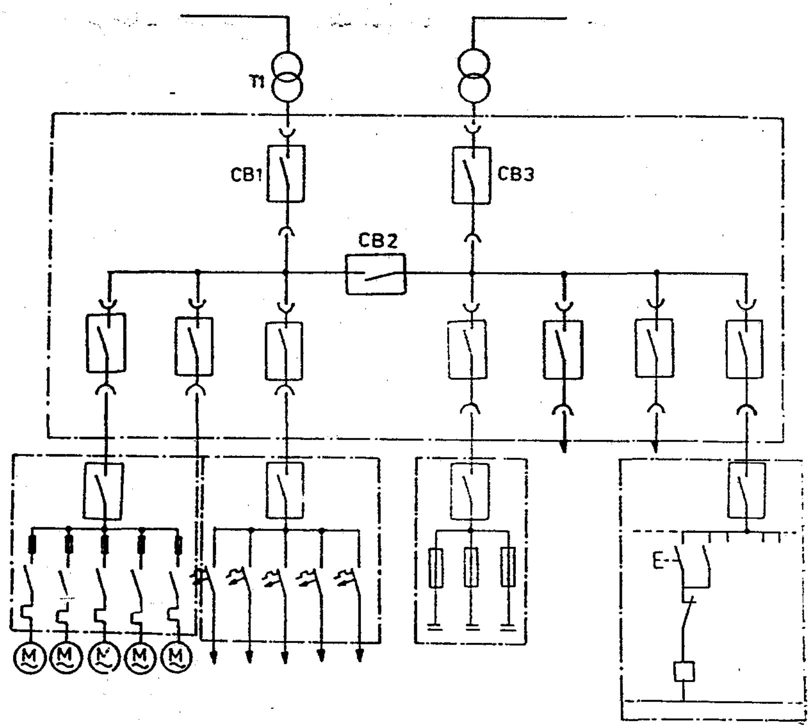
– تصنع من ألواح الصلب أو مواد عازلة أو من الزهر الرمادى.

– ارتفاع الصناديق المنفردة لا يزيد عن 1m.

– تحتوى على دوائر تتحمل تيارات قصر تصل إلى 80KA.

– درجة حمايتها تصل إلى IP65.

والشكل (٢-٣) يعرض مخطط التوزيع لأحد المصانع.



الشكل (٢-٣)

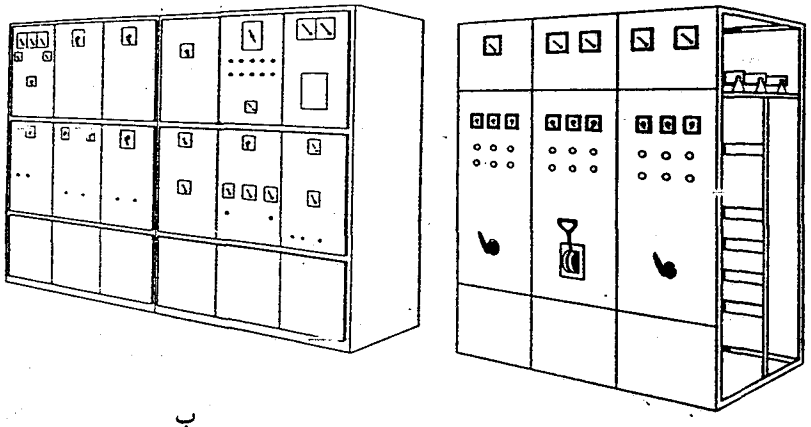
ويحتوى على لوحة مفاتيح 1، ولوحة توزيع محركات 2، ولوحة توزيع إضاءة ومسخنات 3، ولوحة تحسين معامل قدرة 4، ولوحة تحكم 5.

ويلاحظ أن لوحة المفاتيح 1، تحتوى على قاطعين رئيسيين CB1,CB3، لتغذية اللوحة من محولين، والقاطع CB2 للربط بين القضيبين BB2,BB1، ويتم تغذية كل لوحة توزيع فى المصنع عبر قاطع فى لوحة المفاتيح، وتستخدم القواطع التالية فى ذلك CB4,CB5,CB6,CB7,CB8,CB9,CB10؛ علماً بأن جميع قواطع لوحة المفاتيح من النوع الذى يمكن سحبه خارج اللوحة، وتزود كل لوحة توزيع بقاطع رئيسى من النوع الثابت لحماية

جميع أحمال اللوحة.

والشكل (٢-٤) يعرض نموذجا للوحة مفاتيح من النوع المفتوح (الشكل أ) وتوفر هذه اللوحات حماية من تلامس الأشخاص مع الأجزاء الحاملة للتيار من جهة جانب التشغيل للوحة ولكنها غير مغلقة من باقى الجوانب، وتستخدم هذه اللوحات فى الأماكن المغلقة التى لا يصل إليها إلا المختصون فقط.

ونموذجاً للوحات المفاتيح التى على شكل دولاب (الشكل ب). وهذه اللوحات تكون مغلقة من جميع الجوانب؛ وبالتالى تمنع حدوث تلامس للأشخاص مع الأجزاء الحاملة للتيار الكهربى أثناء التشغيل. وتستخدم هذه اللوحات فى الأماكن المفتوحة، ويصل ارتفاع هذه اللوحات إلى 2.2m، وتتكون من عدة مقاطع. ويكون لهذه اللوح باب خلفى وتزود هذه اللوحات أحياناً بأجزاء يمكن سحبها لسحب القواطع الأتوماتيكية خارج اللوحة.



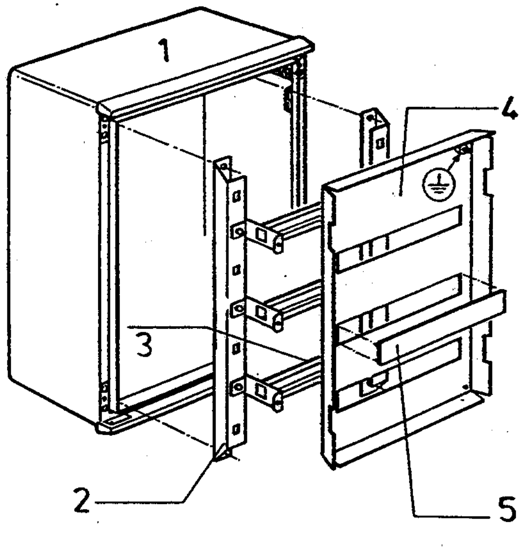
ب   أ

الشكل (٢-٤)

أما لوحات التوزيع فتستخدم فى توزيع التيار الكهربى عند الأحمال، وتتواجد بمقاسات مختلفة، وتكون مصنوعة من البلاستيك أو الصلب، وتوضع هذه اللوحات إما بجوار العداد أو تغذى من لوحة مفاتيح، وتحتوى هذه اللوحات على قواطع مصغرة، وقواطع تسرب أرضى وقواطع مقولبة.

وتصل درجة حماية هذه اللوحات إلى IP 55، وتثبت هذه اللوحات إما على الحائط أو بداخل الحائط أو تقف حرة.

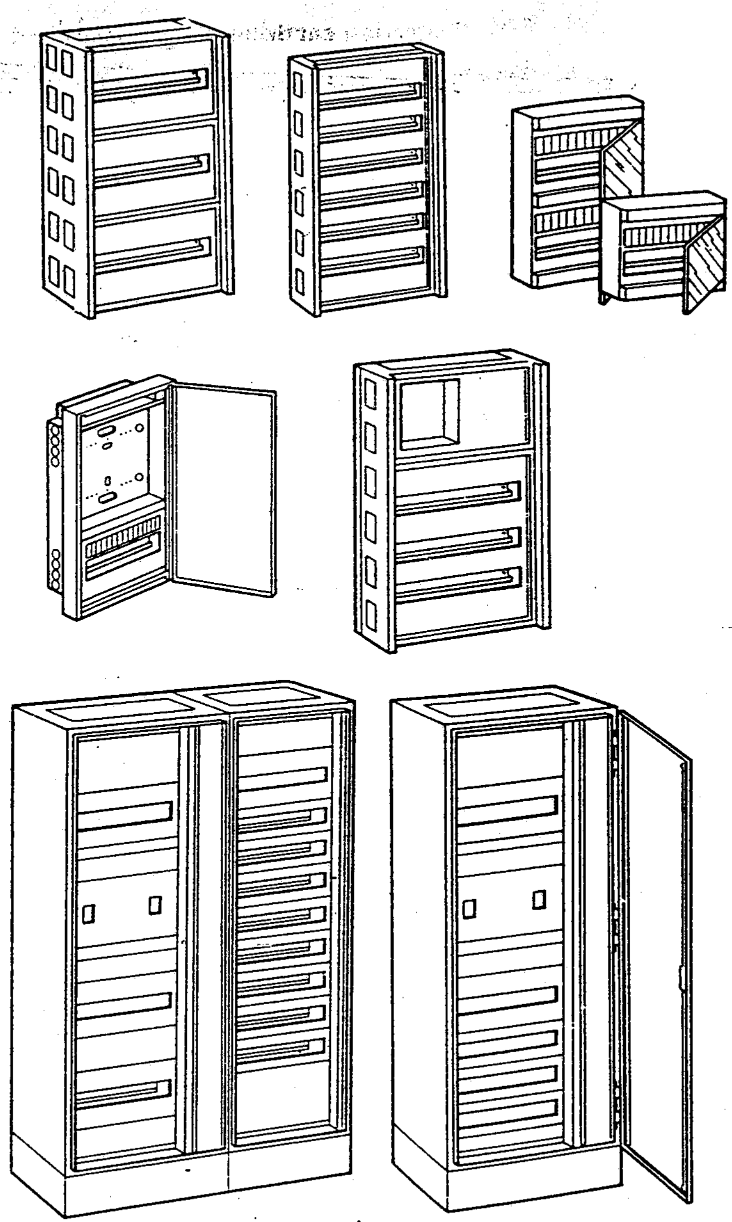
والشكل (٢-٥) يعرض نموذجًا للوحات توزيع فرعية، وهى تتكون من صندوق 1، وهيكل 2يحمل قضبان أوميجا 3لتثبيت القواطع عليه، ولوح أمامى به فتحات 4 تقابل قضبان أوميجا لإخراج الجزء البارز من القواطع، وذلك حتى يسهل لأى شخص وصل وفصل القواطع. وتوجد أغطية 5 لتغطية الأماكن غير المستخدمة؛ أى الأماكن الفارغة التى لم يوضع فيها قواطع ويوجد للوحة باب خارجي ولكنه غير ظاهر. وتتواجد اللوحات الفرعية بأبعاد مختلفة. وفيما يلى بعض أبعاد اللوحات Atlantic 55 المنتجة بشركة Legrand الفرنسية والتى تثبت فوق الحائط؛ علمًا بأن هذه الأبعاد بالملى متر.



الشكل (٢-٥)

300 x 200 x 160	7000 x 300 x 250
300 x 400 x 200	800 x 600 x 250
400 x 300 x 200	800 x 800 x 250
500 x 400 x 200	1000 x 600 x 250
400 x 600 x 250	1000 x 800 x 250
500 x 400 x 250	1000 x 800 x 400
600 x 400 x 250	1200 x 800 x 400
600 x 600 x 250	1400 x 800 400

والشكل (٢-٦) يعرض نماذج مختلف للوحات التوزيع



الشكل (٢-٦)

٢ / ٤ – التأريض الوقائى Protection earthing

التأريض الوقائى هو توصيل جسم غير موصل للتيار الكهربى مثل هياكل الأجهزة الكهربية بالأرضى، والغرض من التأريض الوقائى هو حماية الأشخاص من الصدمة الكهربية عند ملامسة هياكل الأجهزة الكهربية المعدنية أثناء حدوث تلف داخلى فى عزلها، ويتكون نظام التأريض الوقائى من:

– قطب أرضى – موصل أرضى – موصل وقاية – وصلات

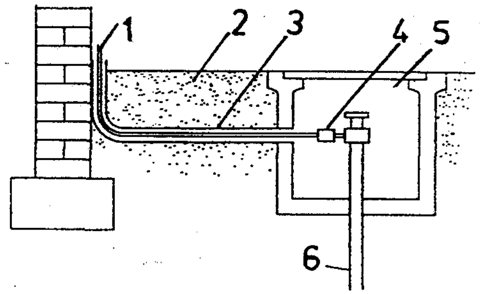
٢ / ٤ / ١ – قطب الأرضى

يوجد عدة أشكال لقطب الأرضى وهى كما يلى:

١ – عمود مغموس فى التربة حيث يستخدم عمود من النحاس قطره 15mm أو 20mm. وطوله حوالى 2.5m أو يستخدم عمود من الصلب المطلى بالنحاس قطره 15mm وسمك طبقة النحاس 2.5mm، وعادة يكون رأس العمود مدبباً لسهولة غرسه بالأرض، وتوضع نقطة اتصال موصل الأرضى مع العمود فى غرفة تفتيش. والشكل (٢–٧) يبين عمود أرضى مغروس فى التربة؛ علماً بأنه ينصح باستخدام الأعمدة الأرضية مع المبانى الموجودة فى الأماكن الريفية لاتساع الأرض الخالية أمامها.

حيث إن:

الموصل الأرضى	1
الخرسانة	2
ماسورة بلاستيك	3
علبة توصيل	4
غرفة تفتيش	5
القطب الأرضى	6



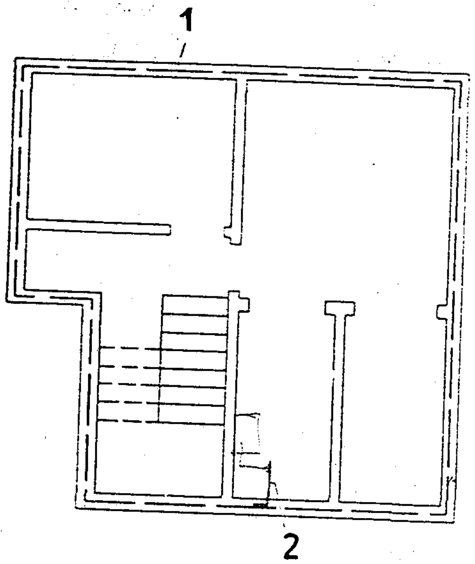
الشكل (٢–٧)

٢ – قطب مدفون فى خرسانة أساس المنشأة ويصنع من الصلب المجلفن، أبعاده (30x3.5mm) أو (25x4mm)، أو من حبل من الصلب قطره لايقل عن 10mm. ويدفن شريط الصلب أو حبل الصلب على شكل مسار مغلق فى

الأساس على ارتفاع 4cm من القاع وذلك فى المحيط الخارجى لأساس المنشأة كما هو مبين بالشكل (٢–٨)

حيث إن:

القطب الأرضى	1
موصل الأرضى	2

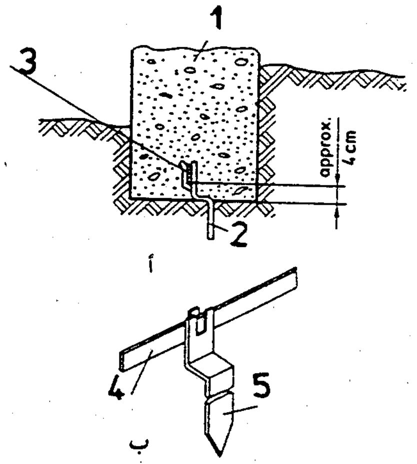


الشكل (٢–٨)

وعادة تستخدم ركائز توجيه لتمديد شريط الأرضى داخل الأساس على ارتفاع 4cm من قاع الأساس بالطريقة المبينة بالشكل (٢–٩)

حيث إن:

الخرسانة	1
ركيزة توجيه	2.5
الموصل الأرضى	3.4



الشكل (٢–٩)

٣ – استخدام أسياخ حديد المسلح كقطب أرضى، فمن المعلوم أن أسياخ الحديد الموجودة فى أساس المنشأة تكون على شكل شبكة متصلة فيما بينها، لذلك

يتم توصيل أحد أسياخ الحديد الغليظة مع موصل من النحاس بواسطة قافيز، ويفضل أن يكون هذا الاتصال داخل علبة مغلقة فوق سطح الأرض حتى يسهل الكشف عنها من حين لآخر لأن هذه الوصلة عادة تتعرض للتآكل.

٤ – تثبيت مسمار مسلح فى جدار الدور الأول للمنشأة وذلك للمنشآت القديمة والتى لم يُعَدْ لها قطب أرضى من قبل وذلك فى الأماكن التى تمتاز بمستوى مياه جوفية مرتفع مثل: منطقة الدلتا بجمهورية مصر العربية.

٢ / ٤ / ٢ – موصلات الأرضى وموصلات الوقاية

أولاً: موصلات الأرضى

تقوم هذه الموصلات بتوصيل القطب الأرضى بلوحة الدخول للمنشأة.

والجدول (٢–١) يبين الأبعاد الصغرى لموصل الأرضى والذى يصنع من شريط من النحاس أو الصلب أو حبل من النحاس والصلب.

الجدول (٢–١)

بدون حماية ميكانيكية	بحماية ميكانيكية	موصلات الأرضى
– شريط أو حبل من النحاس مساحة مقطعه $16mm^2$ – شريط أو حبل من الصلب مساحة مقطعه $16mm^2$	نفس مساحة مقطع خط الوقاية	بحماية ضد الصدأ والتآكل بواسطة غلاف واقى
– شريط من النحاس مساحة مقطعه $25mm^2$ – شريط من الصلب المجلفن المسحوب على الساخن مساحة مقطعه $50mm^2$		بدون حماية ضد الصدأ والتآكل

وينصح عادة بإمرار موصلات الأرضى فى مواسير بلاستيكية داخل الأرض، وكذلك ينصح باستخدام وصلة ثنائية المعدن عند وصل موصل الأرضى مع قطب الأرضى حتى تكون هى أسرع جزء يحدث له تحلل كهربى وليس القطب الأرضى ولا الموصل الأرضى، وتوضع هذه الوصلات داخل غرفة تفتيش حتى يسهل الوصول إليها وتغييرها إذا لزم الأمر (ارجع للشكل ٢–٧).

ثانيا: موصلات الوقاية (PE)

وهى تكون معزولة بلون أصفر/أخضر ،أو تكون موصلات من النحاس العادى.

والجدول (٢–٢) يبين مساحة مقطع موصلات الوقاية بدلالة مساحة مقطع الأوجه، فإذا كان موصل الوقاية يستخدم لعدة دوائر تستخدم أكبر مساحة مقطع خاصة بأوجه هذه الدوائر.

الجدول (٢–٢)

مساحة مقطع الأوجه	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	90	120	150
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزول mm^2	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70

علماً بأن موصل الوقاية يستخدم فى توصيل هياكل الأجهزة والمعدات الموجودة بالمنشأة بقضيب الأرضى الموجود بلوحة التوزيع للمنشأة.

وفيما يلى بعض التوصيات عند استخدام موصل الوقاية وهى كما يلى:

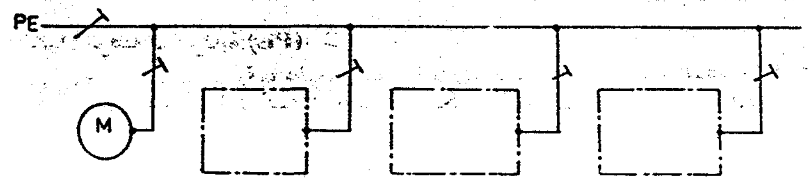
١ – يمدد موصل الوقاية مع الأوجه المختلفة داخل ماسورة واحدة أو مجرى واحد ويكون لون عزله أصفر/أخضر.

٢ – لايجوز تأمين موصل الوقاية بمصهر حماية ولايجوز أن يكون قابل للفصل من الدائرة.

٣ – يحظر توصيل موصل الوقاية مع القطب الأرضى مباشرة دون التوصيل بالموصل الأرضى.

٤ – يجب أن يكون لكل جهاز موصل وقاية خاص به متفرع من موصل الوقاية الرئيسى، ويمنع توصيل الهياكل الأرضية للأجهزة الكهربية والمطلوب تأريضها بالتسلسل بواسطة موصل الوقاية.

والشكل (٢–١٠) يبين طريقة التوصيل الصحيحة للأجهزة مع موصل الوقاية.



الشكل (٢-١٠)

٢ / ٥ - المصهرات Fuses

تعتبر المصهرات الكهربية هى إحدى عناصر الحماية الهامة من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل أو القصر، وهى تتميز بمقدرتها العالية على فصل الدوائر الكهربية عند زيادة التيار.

وفيما يلى أهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع المصهرات :

١ - التيار المقنن للمصهر (In) وهو أكبر تيار يمر بالمصهر بدون أن يحدث تلف لعنصر الانصهار للمصهر، ويعبر عنه بالأمبير ويكون احد القيم التالية :

2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100

- تيار الفصل التقليدى (I_F) وهو التيار الذى يحدث انصهار لعنصر المصهر فى زمن أقل من خمس ثوانى (5S).

- معامل الانصهار ويساوى النسبة بين تيار الفصل التقليدى (I_F)، والتيار المقنن للمصهر (In).

ويمكن تقسيم المصهرات بصفة عامة إلى :

١ - مصهرات يعاد تشعيرها.

٢ - مصهرات خرطوشية.

٢ / ٥ / ١ - المصهرات التى يعاد تشعيرها

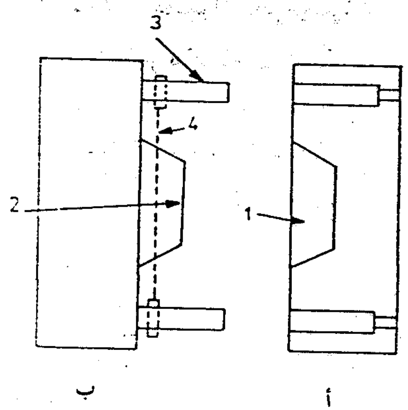
وهذه المصهرات كانت تستخدم فى الماضى بكثرة ومازالت تستخدم إلى الآن ببعض المنشآت، حيث يوضع سلك رفيع بين طرفى تلامس المصهر فإذا انصهر هذا السلك يستبدل بآخر، ويتراوح معامل انصهار المصهرات التى يعاد تشعيرها حوالى 2 فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30A فإن تيار الانصهار للمصهر (تيار الفصل

التقليدى) يساوى 60A تقريباً.

والشكل (٢-١١) يعرض قطاعاً لمصهر يعاد تشعيره، ويتكون من قاعدة المصهر (أ) وجسم المصهر (ب).

حيث إن :

تجويف بقاعدة المصهر الخزفية	1
بروز خزفى بجسم المصهر الخزفى	2
نقط تلامس المصهر	3
عنصر الانصهار (السلك الرفيع)	4



الشكل (٢-١١)

والجدول (٢-٣) يبين أقطار أسلاك النحاس المستخدمة فى تشعيره المصهرات التى يعاد تشعيره تبعاً للتيار المقنن للحمل.

الجدول (٢-٣)

التيار المقنن (A)	3	5	10	15	20	25	30	45	60	80	100
قطر سلك النحاس mm	0.15	0.2	0.35	0.5	0.6	0.75	0.85	1.25	1.53	1.8	2

وتمتاز المصهرات التى يعاد تشعيرها برخصها وسهولة استبدال عنصر انصهارها بدون أى تكلفة ولكن يعاب عليها ما يلى :

١ - لاتوفر للدائرة الحماية المطلوبة إذا استبدل عنصر انصهارها بآخر أغلظ.

٢ - عنصر الانصهار قد يؤدى إلى تلف المصهر بأكمله عند قطعه نتيجة للشرارة الكهربية التى تحدث.

٣ - زمن انصهار عنصر الانصهار كبير. وهذا قد يضر ببعض الأجهزة الحساسة.

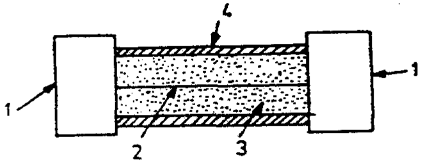
٤ - خواصه الكهربية قد تتغير نتيجة لأن عنصر انصهاره معرض للعوامل الجوية مما يؤدى إلى تعرضه للأكسدة.

٢ / ٥ / ٢ – المصهرات الخرطوشية

عنصر انصهار هذه المصهرات يكون داخل أنبوبة من السيراميك أو الزجاج. وتملأ هذه الأنبوبة عادة بمادة مانعة للحريق أو الشرارة مثل: الكوارتز. ويوصل عنصر الانصهار بنقطتين توصيل معدنيتين على أطراف هذه الأنبوبة. والشكل (٢–١٢) يعرض قطاعاً فى مصهر خرطوشى بسيط.

حيث إن:

1	طرف توصيل معدنى
2	عنصر الانصهار (سلك رفيع)
3	مادة إطفاء الشرارة (كوارتز)
4	أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك



(الشكل ٢–١٢)

وتستخدم المصهرات الخرطوشية فى حماية الأجهزة الكهربية والالكترونية ومآخذ التيار ويكون معامل انصهارها حوالى 1.5، فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30A فإن تيار انصهاره يكون 45A تقريباً.

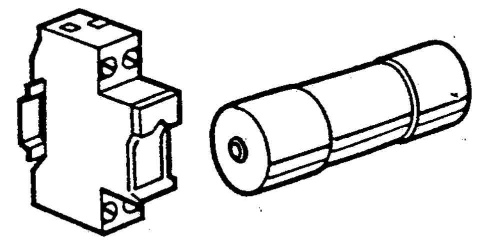
وفيما يلى أهم مميزات المصهرات الخرطوشية:

١ – يحدث إخماد للقوس الكهربى الناتج عن عملية انصهار المصهر.

٢ – زمن انصهار عنصر انصهاره صغير.

٣ – له خواص ثابتة لأن عنصر انصهاره غير متعرض للأكسدة.

والشكل (٢–١٣) يعرض صورة لمصهر خرطوشى (الشكل أ)، وصورة لحامل مصهر خرطوشى (الشكل ب) من إنتاج شركة Legrand الفرنسية



ب أ

الشكل (٢–١٣)

٢ / ٦ – قواطع الدائرة المصغرة Miniature C.B'S

وتستخدم قواطع الدائرة المصغرة MCB'S فى وصل وفصل الدوائر الكهربية سواء فى الأحوال العادية أو فى حالات الخطأ. والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بتوصيل وقطع الدائرة عند حالات التشغيل العادية وذلك يدوياً. أما قاطع الدائرة فيقوم بتوصيل وفصل الدائرة يدوياً ~~وذلك~~ عند حالات التشغيل العادية وكذلك يقوم بفصل الدائرة آلياً عند حالات الخطأ.

وفيما يلى أهم مميزات قواطع الدائرة المصغرة:

١ – زمن الفصل لها قصير جداً عند حدوث قصر بالدائرة.

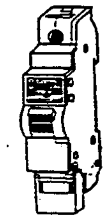
٢ – يمكن إعادتها للعمل بسهولة بعد إزالة أسباب الخطأ.

٣ – يمكن استخدامها كمفتاح رئيسى للدائرة.

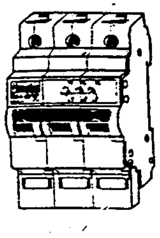
٤ – يمكن فصلها وتشغيلها تحت الحمل بدون خوف من حدوث شرارة.

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة تصنع بعدد مختلف من الأقطاب مثل:

- قاطع بقطب واحد 1pole
- قاطع قطبين 2pole
- قاطع ثلاثة أقطاب 3pole
- قاطع اربعة أقطاب 4pole



أ



ب

الشكل (٢–١٤)

والشكل (٢–١٤) يعرض نموذجاً لقاطع قطب واحد (الشكل أ)، ونموذجًا لقاطع ثلاثة أقطاب (الشكل ب)

أما الشكل (٢–١٥) فيبين طريقة تثبيت قاطع دائرة قطب واحد على قضيب أوميجا (الشكل أ)، وكذلك طريقة نزع قاطع دائرة قطب واحد من قضيب أوميجا (الشكل ب).

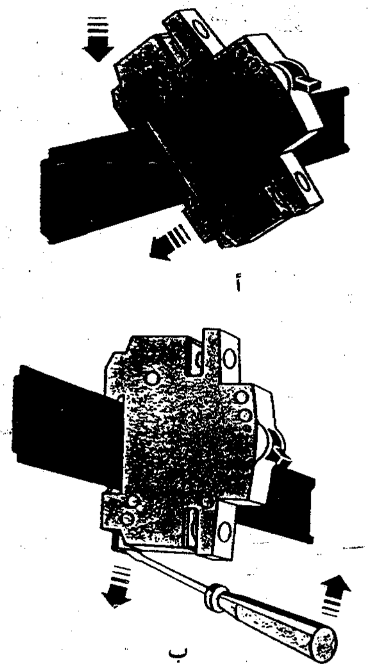
وتستخدم عدة مصطلحات فنية مع قواطع الدائرة المصغرة وهى كما يلى:

١ – التيار المقنن In: وهو التيار الذى يمر فى القاطع بدون إحداث فصل للقاطع

٢ – تيار الفصل اللحظى: هو أقل تيار يعمل على فصل القاطع فى زمن يتراوح ما بين (0.2: 5S) وتعتمد قيمة هذا التيار على خواص القاطع ويطلق عليه أحيانا بتيار الفصل المغناطيسى.

٣ – تيار الفصل التقليدى It: وهو التيار الذى يحدث فصل للقاطع فى زمن أقل من ساعة واحدة 1hr ويساوى عادة (1.45In) ويطلق عليه أحيانا بتيار الفصل الحرارى.

٤ – سعة تيار القصر وهو أقصى تيار يمكن مروره فى القاطع لحظة القصر.



أ

ب

(الشكل ٢-١٥)

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة يتوفر منها عدة أنواع تختلف فيما بينها فى الخواص الكهربية. (خواص الزمن والتيار) ويمكن تقسيم قواطع الدائرة المصغرة تبعاً لخواصها الخاضعة للمواصفات العالمية IEC إلى:

١ – قواطع دائرة لها خواص B (حديثة) وتقابل خواص L (قديمة).

٢ – قواطع دائرة لها خواص C (حديثة) وتقابل خواص U (قديمة).

٣ – قواطع دائرة لها خواص D (حديثة).

والجدير بالذكر أن الشركات العالمية المنتجة لقواطع الدائرة المصغرة تنتج أنواعاً أخرى من الخواص مثل: G,K

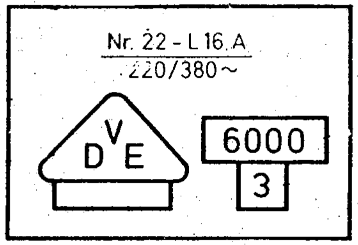
علماً بأن القواطع التى لها خواص L,B تستخدم فى حماية الموصلات والكابلات، أما القواطع التى لها خواص G,K,U,C تستخدم لحماية المحركات الكهربية.

والجدول (٢-٤) يعرض أهم المواصفات الفنية لقواطع الدائرة المصغرة التى لها خواص B,C,L,U,K,G.

الجدول (٢-٤)

الخواص	التيار المقنن A	تيار الفصل التقليدى فى زمن أصغر من ساعة	تيار الفصل اللحظى فى زمن يتراوح ما بين 0.1:5S
B	6:63	1.45In	(3:5)In
C	6:63	1.45In	(5:10)In
L	6:10	1.9In	(3.6:5.25)In
	16:25	1.75In	(3.6:4.9)In
	32:63	1.6In	(3.12:4.55)In
U	0.5:10	1.9In	(5.25:12)In
	12:15	1.75In	(4.9:11.2)In
	32:63	1.6In	(4.5:10.4)In
K	6:63	1.25In	(7:10)In
G	0.5:63	1.35In	(7:10)In

والشكل (٢-١٦) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية.



(الشكل (٢-١٦)

حيث إن:

القيمة الحجمية للقاطع Nr22

وتساوى 1.13In

التيار المقنن 16

جهد التشغيل المقنن 220/38OV~

هذا القاطع يخضع للمواصفات القياسية الألمانية VDE — DVE

سعة تيار القصر 6000

قسم تحديد التيار للقاطع وقسم 3 يعنى أن 3

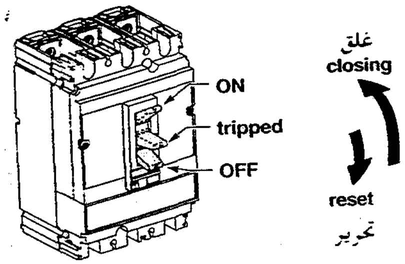
القاطع يقوم بتحديد تيارالقصر بفصله قبل الوصول لقيمته العظمى

٢ / ٧ قواطع الدائرة المقولبة MCCB'S

تتشابه خواص قواطع الدائرة المقولبة مع قواطع الدائرة المصغرة لحد كبير فى الخواص، عدا أن الأولى تتوافر بسعات عالية لتيار التشغيل تصل إلى 4000A. وتستخدم قواطع الدائرة المقولبة لحماية الموصلات والكابلات الرئيسية والمحركات والمحولات والمولدات وماكينات اللحام والأفران ودوائر تحسين معامل القدرة.. إلخ.

والشكل (٢-١٧) يعرض نموذجاً لقاطع مقولب يعمل بيد تشغيل يدوية وله ثلاثة أوضاع وهى: وضع الغلق ON، ووضع الفتح OFF، ووضع الفصل عند زيادة الحمل Tripped. **وفيما يلى أهم مميزات القواطع المقولبة:**

١ – تكون مزودة بنظام ميكانيكى يجعل عملية فتح وغلق القاطع تتم بسرعة بغض النظر عن سرعة تحريك ذراع القاطع وهذا يقلل من تآكل نقاط تلامس القاطع.



الشكل (٢-١٧)

٢ – تزود هذه القواطع بمكان لمعايرة تيار الفصل الحرارى ومكان آخر لمعايرة تيارالفصل المغناطيسى؛ علماً بأن بعض القواطع يكون لها تيار فصل مغناطيسى ثابت غير قابل للمعايرة.

٣ – يوجد أنواع من هذه القواطع مزود بإمكانية إضافة موديول فصل عند انخفاض الجهد UVT، وموديول فصل توازى SHT، وموديول تسرب أرضى وموديول

ريش إضافية AX.

٤ – لها سعات قطع Rupture capacity تصل إلى 80KA.

٥ – بعضها معد لضبط تيار الفصل الحرارى للأوجه الثلاثة، وكذلك لخط التعادل، وكذلك ضبط تيار الفصل المغناطيسى للأوجه الثلاثة، وكذلك لخط التعادل

٦ – يمكن استخدام MCCB'S فى الأماكن ذات درجات الحرارة المرتفعة كالمسابك والغلايات لأنها تكون مزودة بمعادلة ضد درجات الحرارة العالية.

والجدول (٢-٥) يعرض بعض الأنواع المنتجة فى شركة Legrand الفرنسية

الجدول (٢-٥)

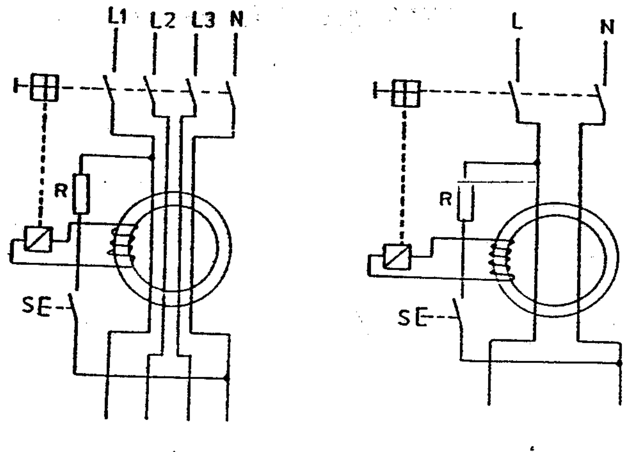
الرمز	DPX125	DPX160	DPX250	DPX320	DPX400	DPX500	DPX630	DPX800
حدود معايرة التيار الحرارى	90:125	100:160	160:250	250:320	320:400	400:500	500:630	630:800
حدود معايرة التيار المغناطيسى	1250	6000	875:2500	1600:3200	2000:4000	2500:5000	3150:6300	4000:8000

٢ / ٨ – قواطع التسرب الأرضى ELCB'S

تستخدم قواطع التسرب الأرضى لفصل الدائرة بمجرد تسرب تيار صغير للأرضى يصل إلى 30mA فى أغلب الأحوال. فمن الممكن أن يكون هذا التسرب ناتج عن ملامسة شخص ما لأحد الخطوط الكهربية.

وحيث إن هذا التيار قد يسبب إصابة الشخص بالصدمة الكهربية، كما أن أجهزة الوقاية من زيادة التيار (المصهرات – القواطع) غير قادرة على فصل الدائرة عند حدوث مثل هذا التسرب؛لذا كان استخدام قواطع التسرب الأرضى من الأمور اللازمة فى المنشآت .

والشكل (٢-١٨) يعرض التركيب الداخلى لقواطع التسرب الأرضى



الشكل (٢–١٨)

فقاطع التسرب الأرضى **ذو القطبين والمبين** بالشكل (أ) **يتكون من ريشتين** متصلين بموصلين يمران داخل **محول تيار صغرى** ZVT، ويوصل **الملف الثانوى لمحول** التيار بريلاى الفصل للقاطع. **ففى الوضع الطبيعى يتم الضغط على ضاغط تشغيل** آله الوصل S للقاطع فتغلق ريش **القاطع ويكون** تيار التسرب I_Δ **مساوياً الفرق بين** التيار المار فى الوجه L، والتيار الراجع فى خط التعادل N، وحيث **إنهما متساويان** لذلك فإن

$$I_\Delta = I_L - I_N = O$$

وعند حدوث تسرب لبعض التيار الراجع I_N بحيث يكون التيار المتسرب I_Δ **أكبر** من تيار التسرب المقنن للقاطع $I_{\Delta N}$ فى هذه الحالة يفصل قاطع التسرب ريشه

حيث إن: $I_\Delta = I_L - I_N \geq I_{\Delta N}$

وعادة تزود هذه القواطع بدائرة لاختبار القاطع تتكون من ضاغط **T ومقاومة R**، فعند الضغط على الضاغط T يمر التيار من الوجه L إلى **خط التعادل مروراً بالمقاومة R** خارج محول التيار، فيحدث فصل للقاطع حيث تختار المقاومة **R؛ بحيث تسبب**

إمرار تيار أكبر من $I_{\Delta N}$ للقاطع. وفى هذه الحالة يكون:

$$I_\Delta = I_L \geq I_{\Delta N}$$

أما قاطع التسرب الأرضى الرباعى **الأقطاب** والمبين بالشكل (ب) فإنه لايختلف **فى عمله عن قاطع التسرب الأرضى الثنائى القطب.**

ففى الوضع الطبيعى يكون تيار التسرب I_Δ مساوياً:

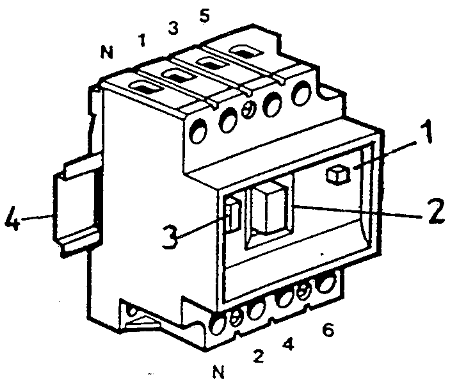
$$I_\Delta = I_{L1}+I_{L2}+I_{L3}+I_N = O$$

وعند حدوث تسرب من أحد الأوجه إلى الأرض بتيار قيمته أكبر من تيار **التسرب الأرضى** المقنن للقاطع ($I_{\Delta N}$) يحدث فصل لحظى للقاطع.

والشكل (٢–١٩) يعرض نموذجاً لقاطع تسرب أرضى رباعى القطب من إنتاج شركة Legrand الفرنسية مثبت على قضيب أوميجا.

حيث إن:

ضاغط الاختبار	1
ضاغط التشغيل الانضغاطى	2
ضاغط تحرير القاطع	3
قضيب أوميجا	4



الشكل (٢–١٩)

وأهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع قواطع التسرب الأرضى ما يلى:

١ – التيار المقنن In: وهو التيار الذى يصمم القاطع على حمله بدون أى خطورة عليه، وفيما يلى أهم قيم التيارات القياسية لهذه القواطع بالأمبير

6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100

٢ – تيار التسرب المقنن $I_{\Delta N}$: وهو أقل تيار تسرب أرضى يحدث فصل للقاطع.

6mA, 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA

وفيما يلى أهم قيم تيارات التسرب الأرضى القياسية :

٣ - جهد التشغيل UN : وفيما يلى أهم جهود التشغيل المقننة القياسية التى تعمل عندها قواطع التسرب الأرضى بالفولت.

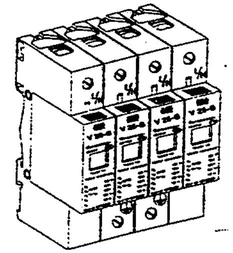
120, 220, 240, 380, 440

٢ / ٩ - محددات الموجات العابرة للجهد Surge Arrestor

تستخدم هذه المحددات مع الأجهزة الحساسة لارتفاع الجهد والناتج عن أسباب خارجية مثل : الصواعق الكهربية، أو أسباب داخلية مثل : الوصل والفصل للأحمال الكهربية.

وينصح باستخدام محددات الموجات العابرة للجهد مع الأجهزة الحساسة لارتفاع الجهد مثل : أجهزة التليفزيون وأجهزة التسجيل HI-FI وأجهزة الكومبيوتر - المجمدات ... إلخ.

والشكل (٢-٢٠) يعرض صورة لمحدد موجات مفاجئة من صناعة شركة Better-mann الألمانية بأربعة أقطاب.



الشكل (٢-٢٠)

٢ / ١٠ - الأنظمة المختلفة للتأريض

حتى يسهل علينا تناول هذه الأنظمة سنبدأ بإعطاء مدلول الأحرف Letters المستخدمة مع هذه الأنظمة **حيث يرمز لهذه الأنظمة بعدة أحرف :**

- **الحرف الأول** يبين العلاقة بين المصدر والأرضى وهذا الحرف يكون واحداً من الحرفين التاليين :

T وتعنى أن نقطة النجما للملف الثانوى لمحول التوزيع.

I وتعنى أن المصدر معزول عن الأرضى أو نقطة النجما لمحول المصدر مؤرضة عبر مقاومة كبيرة.

- **الحرف الثانى** يبين العلاقة بين الحمل والأرضى ويكون أحد الحروف التالية :

T تعنى أن الحمل مؤرض مباشرة.

N تعنى أن الحمل مؤرض عبر أرضى المصدر.

- **الحرف الثالث والرابع** وتعطى بيان عن مواصفات خط الوقاية PE، وخط التعادل N فى نظام TN، ويكون أحد الحرفين التاليين أو كليهما معاً.

C تعنى أن خط الوقايةPE وخط التعادل N مجتمعان معاً فى خط PEN

S تعنى أن يوجد موصل للوقاية PE وآخر للتعادل N.

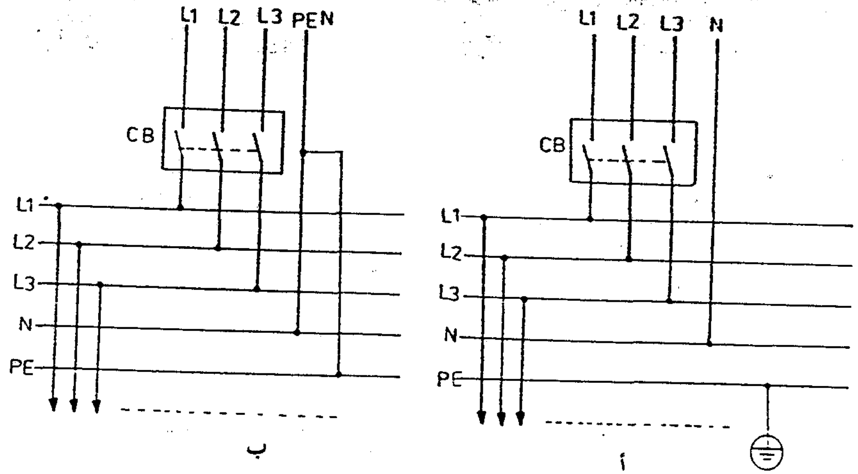
ويوجد ثلاثة أنظمة مختلفة للتأريض وهم كما يلى :

- نظام TN وفيه المصدر مؤرض والحمل مؤرض بأرضى المصدر.
- نظام TT وفيه المصدر مؤرض والحمل مؤرض بأرضى خاص به.
- نظام IT وفيه المصدر معزول والحمل مؤرض بأرضى خاص به.

ويندرج تحت نظام TN ثلاثة أنظمة أخرى وهم كما يلى :

- نظام TNCS وفيه خط الوقاية والتعادل مجتمعان معا فى خط PEN ويتم فصلهما عند الحمل إلى خط الوقاية PE، وخط التعادل N.
- نظام TNC وفيه خط الوقاية والتعادل مجتمعان معاً فى خط PEN.
- نظامن TNS وفيه خط الوقاية PE منفصل عن خط التعادل N.

والشكل (٢-٢١) يعرض نظام TNCS (الشكل أ)، ونظام TT، أو IT (الشكل ب) فإذا كان المصدر مؤرض فإن النظام يكون TT، وإذا كان المصدر غير مؤرض فإن النظام يكون IT.



(الشكل ٢-٢١)

٢ / ١١ - الكابلات Wiring Cables

يمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى:

- كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors
- كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables

وتتكون كابلات الجهود المنخفضة التى تعمل عند جهد أقل من 1KV:

١ - قلب معدنى Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربى ويكون مصمت -Sol id، أو شعيرات مجدولة Stranded، ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصليتهما العالية للتيار الكهربى.

٢ - العازل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدنى عن الوسط المحيط بالكابل ويصنع العازل من أحد العوازل التالية:

أ - البولى فينيل كلورايد PVC ويتميز هذا العازل بأنه لايتأثر بالزيوت المعدنية والعديد من المذيبات العضوية والقلويات والأحماض وغير قابل للاشتعال.
ويعاب أنها تصبح مرنة عند $80^{o}C$؛ لذلك فإن الكابلات المعزولة بعازل PVC يمنع زيادة درجة حرارتها عن $70^{o}C$.

ب - البولى إيثيلين PE وله خواصه كهربية أدنى من PVC، ويستخدم كعازل

على نطاق ضيق، ويوجد منه نوعان، النوع الأول منخفض الكثافة وأعلى درجة حرارة يتحملها $70^{o}C$. والنوع الثانى عالى الكثافة وأقصى درجة حرارة يتحملها $115^{o}C$.

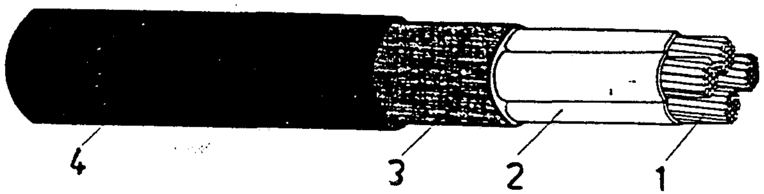
جـ - المطاط Rubber وعادة يضاف عليه بعض الإضافات للتحسين من خواصه مثل: مطاط الايثيلين بروبلين EPR وتصل درجة الحرارة القصوى لمطاط إيثيلين بروبلين $90^{o}C$ ويعاب عليه أنه يشتعل.

د - البولى إيثيلين التشابكى XLPE ويتحمل درجات حرارة تصل إلى $90^{o}C$ ويتحمل أيضاً درجة الحرارة التى تنتج عن القصر والتى تصل إلى $250^{o}C$ لفترة زمنية قصيرة ويعاب على هذه العوازل قساوتها العالية الأمر الذى يؤدى لصعوبة ثنيها وتداولها فى المسارات الضيقة، بالإضافة إلى ارتفاع سعرها.

٣ - الفرشة وتقوم بإعطاء الكابل الشكل المستدير وتصنع من مواد عازلة مثل: PVC,EPR,PE.

٤ - طبقة الحماية وتستخدم هذه الطبقة لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة المحيطة بالكابل وتصنع من عوازل PVC أو مادة البولى ايثيلين عالية الكثافة HPDE.

والشكل (٢-٢٢) يعرض نموذجاً لكابل بأربعة قلوب مجدولة وبعزل وبطبقة حماية خارجية وبفرشة مصنوعة من PVC.



الشكل (٢-٢٢)

حيث إن:

قلب من النحاس المجدول	1
عزل PVC	2
الفرشة مع الحشو	3
طبقة الحماية ومصنوعة من PVC	4

٢ / ١٢ – اختيار مساحة مقطع الموصلات

لاختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة تأخذ المتطلبات التالية بعين الاعتبار :

١– استغلال أحسن سعة تيارية للكابل

٢– عدم تعدى فقد الجهد المسموح به (2.5%)

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التى تحقق المتطلب الأول ، ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتأكد من صحة تحقق المتطلب الثانى .

٢ / ١٢ / ١ – اختيار مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية.

تعتمد شدة التيار المار فى الكابل على نوع التيار (متردد – مستمر) ونوع الدائرة التى يستخدم فيها الكابل (أحادية الوجه – ثلاثية الوجه) والمعادلات 2.3 و 2.2 و 2.1 تستخدم لتعيين شدة التيار.

١ – تيار مستمر

$$I = \frac{P}{U} \quad (A) \rightarrow 2.1$$

٢ – تيار متردد – فى دائرة أحادية الوجه

$$I = \frac{P}{U \cos\phi} \quad (A) \rightarrow 2.2$$

٣ – تيار متردد فى دائرة ثلاثية الوجه

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\phi} \quad (A) \rightarrow 2.3$$

حيث إن :

القدرة المسحوبة P

شدة التيار المار I

الجهد U

معامل القدرة $\cos\phi$

علما بأن : I تكون تيار الوجه فى حالة الأحمال الأحادية الوجه وتكون تيار الخط فى حالة الأحمال الثلاثية الوجه، وكذلك فإن U جهد الوجه فى حالة الأحمال الأحادية الوجه، وجهد الخط فى حالة الأحمال الثلاثية الوجه.

والجدول (٢–٦) يعطى مساحة مقطع الموصلات تبعًا لتيار الحمل وطريقة التمديد فى درجة حرارة محيطة 30°C . وكذلك يعطى التيار المقنن لجهاز الحماية من زيادة التيار اللازم لحماية الموصلات ذات مساحات المقطع المختلفة.

الجدول (٢ – ٦)

مساحة المقطع	المجموعة 1				المجموعة 2				المجموعة 3			
	الكابل		* جهاز الوقاية		الكابل		* جهاز الوقاية		الكابل		* جهاز الوقاية	
mm^2	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A
0.75	-	-	-	-	12	-	6	-	15	-	10	-
1.0	11	-	6	-	15	-	10	-	19	-	10	-
1.5	15	-	10	-	18	-	10**	-	24	-	20	-
2.5	20	15	16	10	26	20	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	34	27	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	44	35	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	61	48	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	82	64	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	108	85	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	135	105	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	168	132	125	100	198	155	160	125
70	165	-	125	-	207	163	160	125	245	193	200	160
95	197	-	160	-	250	197	200	160	292	230	250	200
120	235	-	200	-	292	230	250	200	344	268	315	200
150	-	-	-	-	335	263	250	200	391	310	315	250
185	-	-	-	-	382	301	315	250	448	353	400	315
240	-	-	-	-	453	357	400	315	528	414	400	315
300	-	-	-	-	504	409	400	315	608	479	500	400
400	-	-	-	-	-	-	-	-	726	569	630	500
500	-	-	-	-	-	-	-	-	830	649	630	500

حيث إن :

المجموعة 1 كابل أو عدة كابلات بقلب واحد ممدة داخل قناة .

المجموعة 2 كابل متعدد القلوب مثل كابلات PVC ، والكابلات المدرعة ، والكابلات المغلفة بالرصاص ، والكابلات الشريطية .

المجموعة 3 كابلات موضوعة فى الهواء بعزل XLPE بحيث إن المسافة بين أى كابلين متجاورين لا تقل عن قطر أحدهم .

* عند استخدام أجهزة وقاية قابلة للمعايرة مثل قواطع المحركات ، يضبط القاطع على تيار التحميل للموصل .

** يمكن استخدام أجهزة الوقاية بتيار 16A مع الموصلات الثنائية القلب .

AL ألومنيوم

CU نحاس

والجدول (٢ – ٧) يعطى مساحة مقطع موصلات الوقاية PE الصغرى تبعا لمساحة مقطع موصلات الأوجه والمصنوعة من النحاس.

الجدول (٢ – ٧)

موصل الوجه mm^2	1.5	2.5	4	6	10	25	35	70	95	120	150	185	240
موصل الوقاية داخل كابل mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	16	35	50	70	70	95	120
موصل الوقاية ممدد بمفرده mm^2	2.5	2.5	4	6	10	16	16	35	50	50	50	50	50

٢ / ١٢ / ٢ – التحقق من فقد الجهد باستخدام مساحة المقطع المختارة

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة تبعًا لشدة التيار وطريقة التمديد يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق انخفاض جهد مسموح به والذى يساوى 2.5%،

وعادة لا يعمل بهذه الطريقة إلا فى المنشآت الكبيرة والتى تكون المسافة بين الأحمال ولوحة التوزيع كبيرة .

والمعادلة 2.4 تستخدم فى حالة دوائر الوجه الواحد .

$$Ud\% = \frac{200\, I\, \rho\, L \cos\phi}{A \cdot U} \rightarrow 2.4$$

والمعادلة 2.5 تستخدم فى حالة الدوائر ذات الثلاثة أوجه

$$Ud\% = \frac{173\, I\, \rho\, L \cos\phi}{A \cdot U} \rightarrow 2.5$$

حيث إن :

L طول الكابل من لوحة التوزيع إلى الحمل (m)

U جهد الوجه (حمل وجه واحد) جهد الخط (حمل ثلاثى الأوجه)

P المقاومة النوعية وتساوى 0.0178 للنحاس 0.0294 للألومنيوم وذلك عند درجة 20°C .

Ud% النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد

I تيار الوجه (حمل وجه واحد) تيار الخط (حمل ثلاثى الأوجه)

مثال :

سخان كهربى يعمل عند جهد 220V وقدرته 6KW ، فإذا كانت المسافة بين الموقد ولوحة التوزيع 20m فما هى مساحة مقطع الموصلات المناسبة.

الإجابة :

أولا : تعيين مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية للكابل

حيث إن :

$$I = \frac{P}{U \cos\phi}$$

وباعتبار أن معامل القدرة $\cos\phi = 1$

لذا فإن :

$$= \frac{6000}{220} = 27.2\ A$$

ومن الجدول (٢–٢) فإن مساحة مقطع كابل PVC الممد فى قناة بقلب نحاس هو $6mm^2$.

ثانياً : التحقق من عدم تعدى الانخفاض المسموح فى الجهد

حيث إن :

$$Ud\% = \frac{200\ I\ \rho\ L\ \cos\phi}{U\ A}$$

$$= \frac{200 \times 27.2 \times 0.0178 \times 20 \times 1}{220 \times 6}$$

$$=1.46$$

وحيث إن النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أقل من 2.5%؛ لذلك فإن اختيار كابل مساحة مقطعة $6mm^2$ لتغذية هذا الموقد الكهربى لاختيار موفق.

علماً بأنه فى حالة إذا كانت النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أكبر من 2.5% تختار مساحة مقطع الكابل التالية (الأكبر) ويتم إعادة التحقق من عدم تعدى الانخفاض المسموح فى الجهد وصولا للاختيار الموفق.

٢ / ١٣ – مواسير الصلب ومواسير البلاستيك PVC

أولا : مواسير الصلب

يوجد نوعان من هذه المواسير وهما : مواسير صلب بخط لحام – مواسير صلب بدون خط لحام، وتتوفر مواسير الصلب بأطوال 3.75m وبالأقطار التالية

. (16, 20, 25 , 32mm)

والجدير بالذكر أن مواسير الصلب الموجودة فى هذه الأيام من النوع الثقيل Heavy gauge steel والتى يمكن ثنيها وقلوظتها باستخدام العدد المناسبة. والجدول (٢–٨) يبين عدد الموصلات التى يمكن تمديدها فى مقاسات مختلفة من مواسير الصلب.

الجدول (٢ – ٨)

مساحة المقطع mm^2 / قطر الماسورة mm	1.5	2.5	4	6	10
16	9	6	5	3	1
20	14	10	7	5	3
25	25	18	13	9	5
32	45	32	24	15	9

مثال : ما هو عدد الموصلات التى مساحة مقطعها $2.5mm^2$ يمكن تمديدها فى ماسورة صلب قطرها 25mm.

الإجابة :

من الجدول (٢–٨) فإن عدد الموصلات يساوى 18 .

ثانياً : مواسير PVC .

لقد ازداد استخدام مواسير PVC فى الآونة الأخيرة لميزاتها المتعددة عن مواسير الصلب، فهى خفيفة الوزن ولا تحتاج لتأريضها فهى معزولة ولا تتعرض لصدأ ويسهل ثنيها وقطعها بدون أى آلات خاصة، ويمكن تثبيت الأدوات فى هذه المواسير إما بالكبس أو اللصق بمادة لاصقة أو بواسطة سن قلاووظ وهذا نادراً ما يستخدم. وتحتاج مواسير PVC لإمرار موصل الوقاية PE بداخلها حيث يتم توصيله مع الأجهزة التى تحتاج لتأريض.

والجدول (٢ – ٩) يبين معامل الموصلات الممدة مسافة قصيرة أقصر من 3m ، أو طويلة وتحتوى على انحناءات.

الجدول (٢ - ٩)

مساحة المقطع mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10
تمديد قصير	22	31	43	58	88	146
تمديد طويل بانحناءات	16	22	30	43	58	105

والجدول (٢–١٠) يبين معامل مواسير PVC تبعًا لقطر الماسورة وطولها.

الجدول (٢ - ١٠)

طول التمديد m / قطر الماسورة mm	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
16	188	182	177	171	167	162	158	154	150	143	136	130	125	120
20	303	294	286	278	270	263	256	250	244	233	222	213	204	196
25	543	528	514	500	487	475	463	452	442	422	404	388	373	358
32	947	923	900	878	857	837	818	800	783	770	720	692	667	643

مثال :

ماسورة بلاستيك طولها 6m مطلوب تمديد الموصلات التالية بها:

$6x1mm^2 + 6x1.5mm^2 + 4x2.5mm^2$

المطلوب تعيين أقل حجم مناسب للماسورة.

الإجابة:

من الجدول (٢ – ٩) فإن معامل الموصلات يساوى بالترتيب : 16 , 22 , 30

وبالتالى فإن المعامل الكلى للموصلات يساوى:

$16 \times 6 + 22 \times 6 + 30 \times 4 = 348$

ومن الجـــدول (٢ – ١٠) عند تمديد طوله 6m فإن معامل الماسورة التى قطرها 25mm هو 422 وهو مناسب فى هذه الحالة.

الباب الثالث

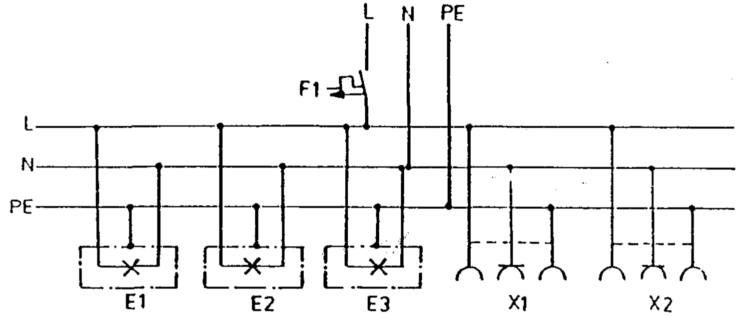
تمديدات الإضاءة والقوى

تمديدات الإضاءة والقوى

٣ / ١- مقدمة

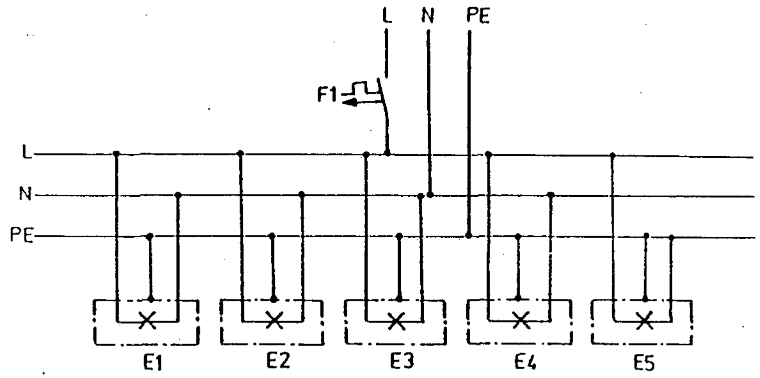
عادة يتم توزيع التيار الكهربى داخل المنشآت المختلفة بواسطة مجموعة من الدوائر الفرعية Branch Circuits **ويوجد عدة أنواع من الدوائر الفرعية فى المنشآت المختلفة وهم كما يلى :**

١- دوائر فرعية للأغراض العامة : وهى دوائر تغذى مجموعة من نقاط الإضاءة ومجموعة من البرايز (المآخذ) الكهربية المستخدمة فى تغذية الأجهزة الصغيرة كما هو مبين بالشكل (٣-١)



الشكل (٣-١)

٢- داوئر فرعية خاصة بنقاط الإضاءة : وهى تغذى مجموعة نقاط إضاءة فقط كما هو مبين بالشكل (٣-٢) .

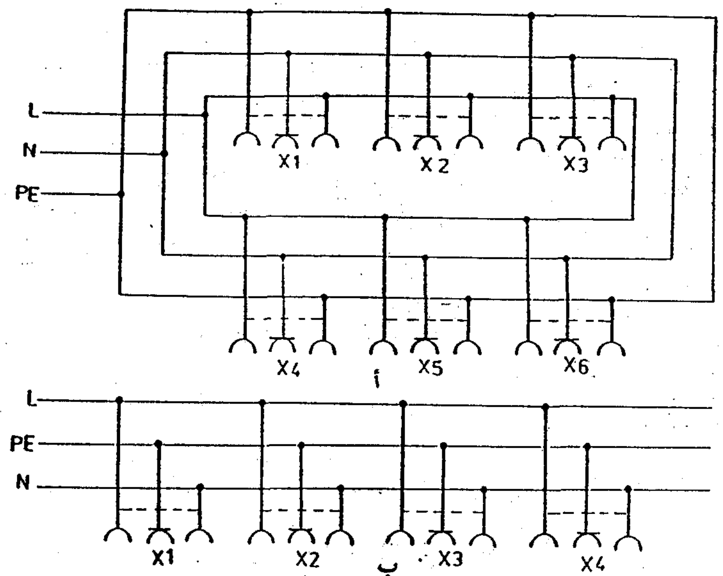


الشكل (٣-٢)

٣- دوائر فرعية خاصة بالبرايز (المآخذ) وهذه الدوائر تخص فقط البرايز المستخدمة فى تغذية الأجهزة الصغيرة ، ويُوجد نظامان لتغذية البرايز موضحة بالشكل (٣-٣) وهما :

أ- نظام الدائرة الحلقية Ring system (الشكل أ)

ب- نظام الدائرة الشعاعية Radial system (الشكل ب)



الشكل (٣-٣)

أما نظام الدائرة الحلقية فيكثر استخدامه في إنجلترا فقط ، ولا ننصح به لأنه يحتاج لفيش مزودة بمصهرات وهذا يندر استخدامه فى الوطن العربى ، بينما يستخدم النظام الشعاعى فى جميع التطبيقات .

٤- دوائر فرعية تغذى حمل واحد ثابت كالمكيفات أو الدفايات أو أحمال خاصة كالماكينات الصناعية وهذه الدوائر تكون دائرة وجه واحد أو وجهين (فى الأنظمة العاملة بجهد 127/220 V) أو دوائر ثلاثية الأوجه .

وسنتناول فى الفقرات التالية العناصر المختلفة المستخدمة فى دوائر الإضاءة ، ودوائر القوى فى المنشآت المختلفة .

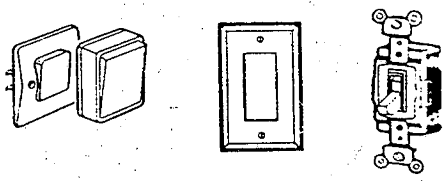
٣ / ٢ - المفاتيح Branch Switches

عادة فإن المفاتيح المستخدمة فى تشغيل نقاط الإضاءة المنفردة أو المجمعة تكون مفاتيح أحادية القطب . وهناك نوعان من المفاتيح المعزولة التى تثبت داخل أو على الحائط من حيث نظرية العمل وهما :

١- المفاتيح ذات العصا المفصلية Toggle or Tumbler switches

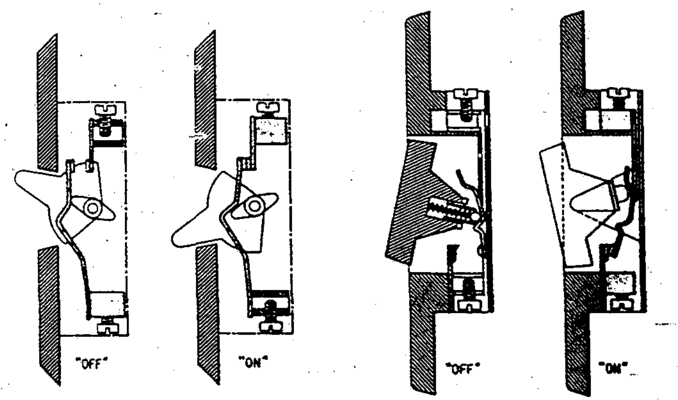
٢- المفاتيح ذات اللوح القالب Rocker switches

والشكل (٣-٤) يعرض نموذجاً لمفتاح ذات عصا مفصلى مع غطائه (الشكل أ) ونموذجين لمفتاح بلوح قلاب (الشكل ب)



الشكل (٣- ٤)

أما الشكل (٣-٥) فيبين التركيب الداخلى لمفتاح ذات عصا مفصلى فى وضع ON ووضع OFF (الشكل أ) ويلاحظ وجود كامة في العصا المفصلى تتحكم فى وضع ريشة المفتاح . وكذلك التركيب الداخلى لمفتاح بلوح قلاب فى وضع ON ووضع OFF (الشكل ب) ويلاحظ وجود كرة بياى تتحكم فى وضع ريشة المفتاح .



الشكل (٣-٥)

والجدير بالذكر أن المفاتيح الكهربية الأمريكية تكون عادة مفاتيح بعضا قلاب، فى حين أن المفاتيح الكهربية الأوربية تكون عادة مفاتيح بلوح قلاب .

ويمكن تقسيم المفاتيح الكهربية من حيث الوظيفة المبينة بالشكل (٣-٦) إلى :

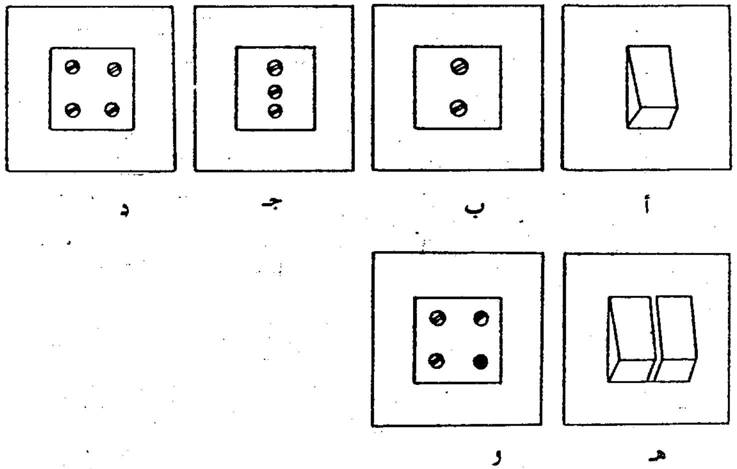
١- مفتاح قطب واحد (الشكل ب)

٢- مفتاح قطبين (الشكل د)

٣- مفتاح تناوب (طرف سلم) (الشكل جـ)

٤- مفتاح تصالب (وسط سلم) (الشكل د)

٥- مفتاح توالى (مفتاح نجفة) (الشكل و)



الشكل (٣-٦)

علماً بأن الشكل (أ) والشكل (هـ) يعرضان المسقط الأمامى للمفاتيح الكهربية ذات اللوح القلاب ، فى حين أن الأشكل (ب ، جـ ، د، و) تعرض المسقط الخلفى للمفاتيح الكهربية المختلفة حيث إن الشكل (أ) يخص جميع الأشكال (ب ، جـ ، د) ، والشكل (هـ) يخص الشكل (و) فقط .

وفيما يلى رموز أوضاع ريش الأنواع المختلفة للمفاتيح الكهربية :

حيث إن :

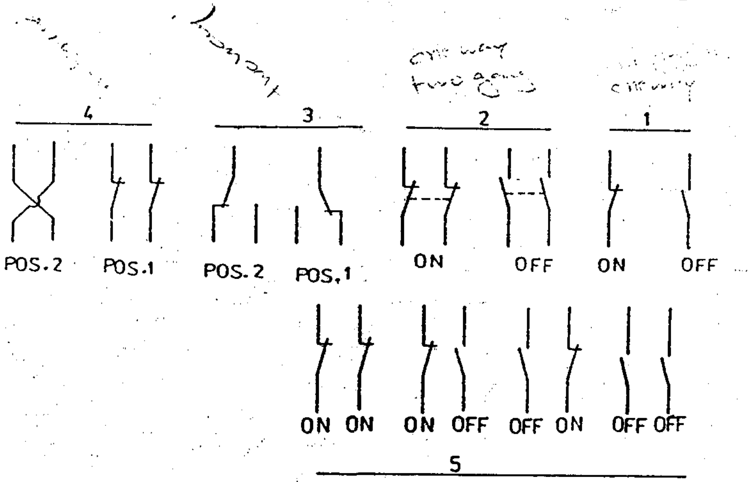
1 مفتاح قطب واحد فى وضع **OFF** ووضع **ON**

2 مفتاح قطبين فى وضع **OFF** ووضع **ON**

3 مفتاح تناوب فى الوضع الأول **pos.1** والوضع الثانى **pos.2**

4 مفتاح تصالب فى الوضع الأول **pos.1** والوضع الثانى **pos.2**

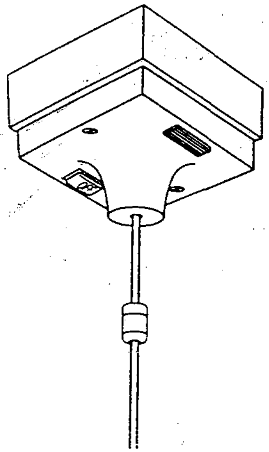
5 مفتاح توالى فى أربعة أوضاع مختلفة



والجدير بالذكر أنه تستخدم أحياناً مفاتيح بحبل Cord-Operated switch فى الأماكن الرطبة مثل الحمامات ، وتعمل هذه المفاتيح بسحب الحبل . والشكل (٣-٧) يعرض صورة لأحد هذه المفاتيح ، وتستخدم هذه المفاتيح أحياناً فى غرف النوم حيث يمكن استخدامها في فصل وإضاءة وحدة إضاءة رأس السرير بواسطة الحبل من على السرير **ويمكن تقسيم المفاتيح من حيث تركيبها إلى :**

١- مفاتيح بلوح متكامل Plate switches

٢- مفاتيح بشبكة تجميع Grid switches

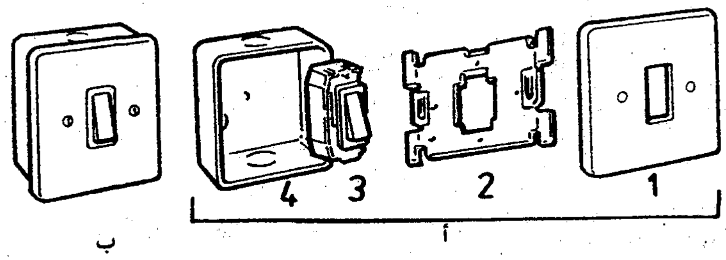


الشكل (٣-٧)

أما المفاتيح ذات اللوح المتكامل فتتكون من لوح يمثل هيكل المفتاح ووسيلة التشغيل وآلة التشغيل . فى حين أن المفاتيح ذات شبكة التجميع فتتكون من لوح وشبكة وآلة المفتاح ويتم تجميعهما معاً . والشكل (٣-٨) يبين كلا النوعين . فالشكل (أ) لمفتاح بلوح متكامل ، والشكل (ب) لمفتاح بشبكة تجميع .

حيث إن :

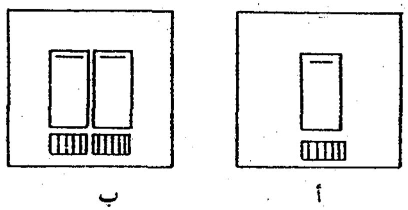
لوح المفتاح	1
شبكة تجميع	2
آلة المفتاح	3
علبة المفتاح	4



الشكل (٣-٨)

علماً بأنه يتم تثبيت المفاتيح بصفة عامة على علب مفاتيح .

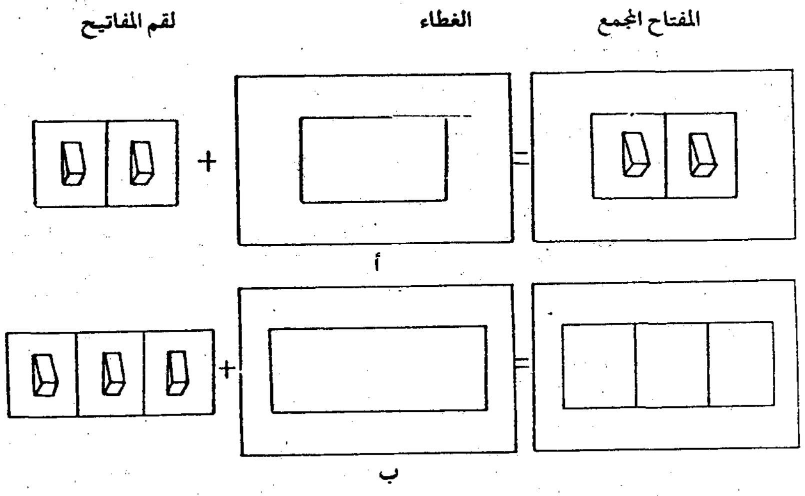
والجدير بالذكر أن بعض المفاتيح تكون مزودة بلمبة بيان تضىء عند وضع المفتاح على وضع ON والشكل (٣-٩) يعرض المسقط الرأسى لمفتاح مفرد قطب واحد بلمبة بيان (الشكل أ) ، ومفتاح توالى بلمبتى بيان (الشكل ب)



الشكل (٣-٩)

وتوجد مفاتيح تسمى متعددة الموديولات Multi modules تشبه فى تركيبها المفاتيح ذات شبكة التجميع، حيث تتيح الفرصة لتجميع مفاتيح لها أكثر من وظيفة على لوح واحد تبعاً لطلب الزبون . والشكل (٣-١٠) يبين نوعين من

المفاتيح المتعددة الموديولات فالشكل (أ) يعرض مفتاحاً بموديلين ، والشكل (ب) يعرض مفتاحاً بثلاثة موديلات .



الشكل (٣-١٠)

٣ / ٣ - مفاتيح التخفيض Dimmer Switches

تنقسم مفاتيح التخفيض حسب الوظيفة إلى :

- مفاتيح تخفيض إضاءة للتحكم فى شدة إضاءة المصابيح الكهربية
- مفاتيح تخفيض سرعة للتحكم فى سرعة المحركات كمحرك مروحة الشفط الموجودة فى المطابخ والحمامات .

أما مفاتيح تخفيض الإضاءة فتتواجد فى صورتين من حيث الاستخدام وهما :

١- مفاتيح تخفيض إضاءة المصابيح المتوهجة .

٢- مفاتيح تخفيض إضاءة مصابيح الفلورسنت .

وكذلك يمكن تقسيم مفاتيح تخفيض الإضاءة من حيث طريقة التشغيل إلى :

١- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل باللمس .

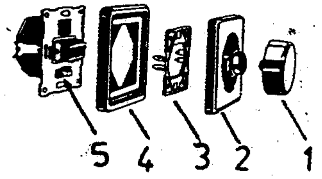
٢- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل بالضغط .

٣- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل ببكرة دوارة .

٤- مفاتيح تخفيض إضاءة تعمل من بعد بالأشعة تحت الحمراء بوحدة تحكم من بعد Remote Control unit.

والشكل (٣-١١) يعرض أجزاء مفتاح تخفيض إضاءة يتم التحكم فيه ببكرة :

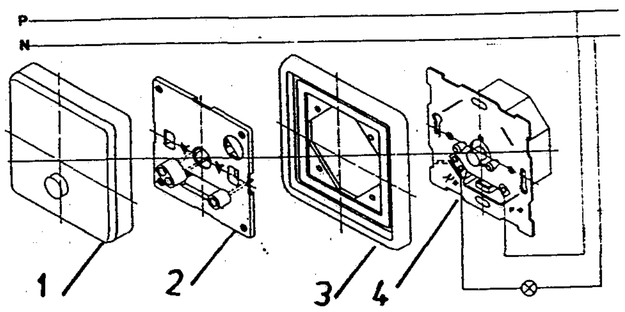
بكرة تشغيل	1
لوح تثبيت بكرة التشغيل	2
شبكة تثبيت	3
إطار خارجى	4
الدائرة الالكترونية لخفض الإضاءة	5



الشكل (٣-١١)

أما الشكل (٣-١٢) فيعرض أجزاء مفتاح تخفيض إضاءة يتم التحكم فيه من بعد وطريقة توصيله مع المصدر الكهربى ويتكون من :

لوح المفتاح مع عدسة الخلية الضوئية	1
شبكة تثبيت	2
إطار خارجى	3
الدائرة الالكترونية لخفض الإضاءة	4



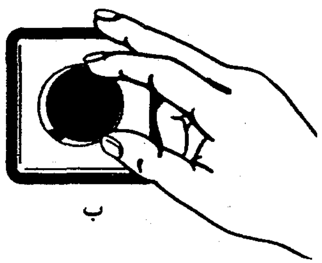
الشكل (٣-١٢)

والشكل (٣-١٣) يبين طرق تشغيل مخفضات الإضاءة المتوفرة فى الأسواق .

فالشكل (أ) يبين طريقة التشغيل باللمس .

والشكل (ب) يبين طريقة التشغيل بإدارة بكرة دوارة .


أ


ب

الشكل (٣-١٣)

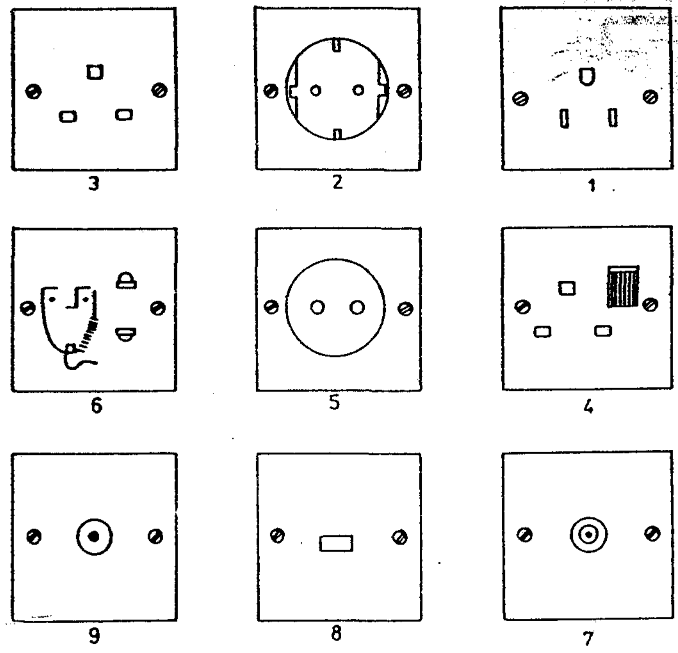
٣ / ٤- البرايز (المآخذ) Sockets

تعتبر البرايز طريقة سهلة لتوصيل الأجهزة النقالى بالمصدر الكهربى ، وتثبت البرايز فى الحائط ويتم توصيل أى جهاز نقالى (تليفزيون - راديو - تسجيل - مكواه - .... إلخ) ببريزة بواسطة فيشة موصلة بالجهاز النقالى من خلال كابل مرن يتراوح طوله ما بين 1.5:2 m .

والشكل (٣-١٤) يعرض عدة أنواع من البرايز منها الأمريكى والألمانى والإنجليزى والإيطالى وهم . أكثر الأنواع المنتشرة فى الوطن العربى ، وكذلك بريزة لماكينة الحلاقة وبريزة تليفون وبريزة تليفزيون .

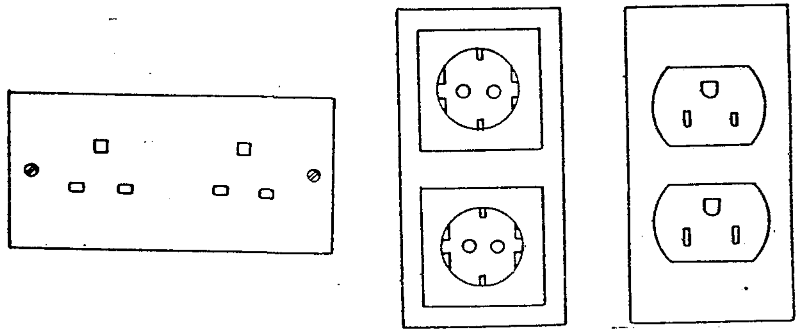
حيث إن :

بريزة أمريكية	1	بريزة إيطالية	5
بريزة ألمانية	2	بريزةماكينة حلاقة	6
بريزة إنجليزية	3	بريزة تليفون	7,8
بريزة إنجليزية بمفتاح	4	بريزة تليفزيون	9



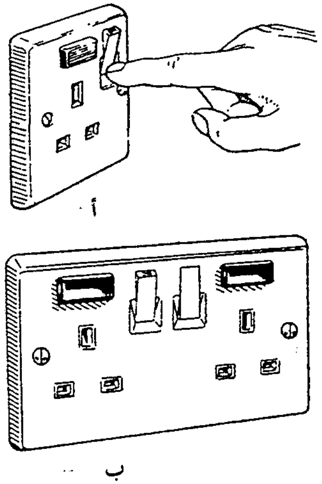
الشكل (٣–١٤)

ويوجد فى الأسواق برايز مزدوجة كما هو مبين بالشكل (٣–١٥).



الشكل (٣–١٥)

والشكل (٣–١٦) يعرض نموذجًا لبريزة إنجليزى بمفتاح ولمبة بيان (الشكل أ)، ونموذجًا لبريزة إنجليزى مزدوجة بمفتاح ولمبة بيان (الشكل ب).



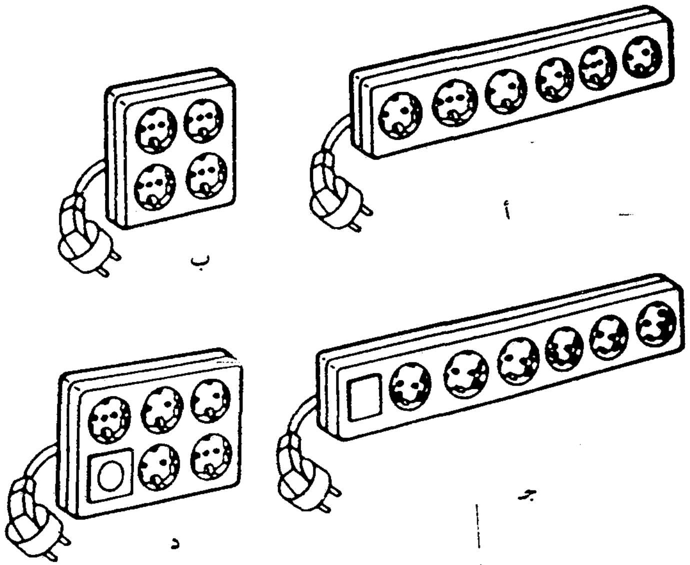
الشكل (٣–١٦)

والجدير بالذكر أن الشركات المصنعة للمفاتيح والبرايز تصنع شبكات متعددة الموديولات يمكن تثبيت عدة موديولات (مفاتيح وبرايز) عليها تبعًا لطلب الزبون. (ارجع للفقرة ٤ / ٣).

٣ / ٥ – مضاعفات البرايز (المآخذ) والفيش والموافقات

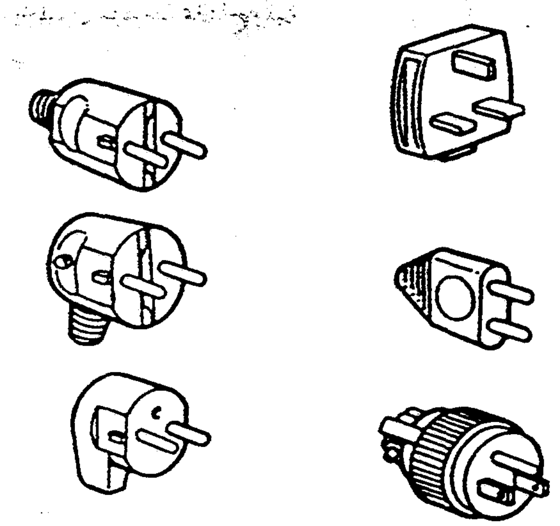
أحيانًا يلزم الأمر توصيل أكثر من جهاز كهربى مع بريزة واحدة وذلك لعدم توفر عدد كافٍ من البرايز الأمر الذى يتطلب وحدة مضاعفة مآخذ. والشكل (٣–١٧) يعرض عدة نماذج من وحدات مضاعفة المآخذ.

مواصفات ألمانية بدون مفتاح (أ، ب) وبمفتاح (جـ، د)



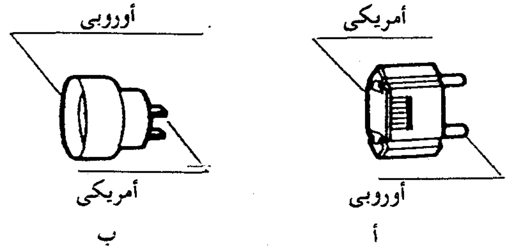
الشكل (٣–١٧)

أما الشكل (٣–١٨) فيعرض نماذج مختلفة للفيش.



الشكل (٣–١٨)

والجدير بالذكر أنه فى بعض الأحيان نجد أن فيشة الجهاز الكهربى تختلف عن البريزة الموجودة؛ لذا يمكن استخدام موافق Adaptor للتحويل من بريزة ألمانية إلى أمريكية أو العكس، أو موافق للتحويل من بريزة ألمانية إلى إنجليزية أو العكس وهكذا. والشكل (٣–١٩) يعرض موافق للتحويل من نظام أوروبى إلى أمريكى (أ)، وموافق للتحويل من أمريكى إلى أوروبى (ب).



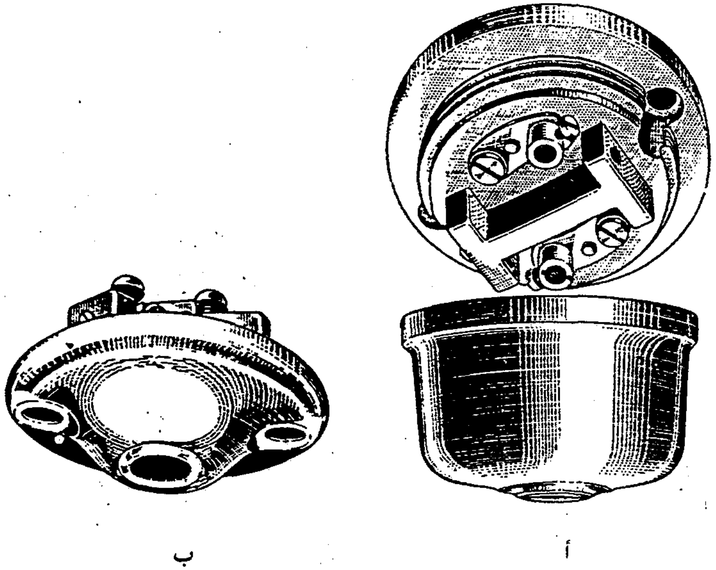
الشكل (٣–١٩)

٣ / ٦– وردة السقف Ceiling Rose :

يوجد نوعان من وردة السقف، **النوع الأول**: وهو القديم ويتكون من قاعدة الوردة وقنطرة خزفية وغطاء للوردة، وتكون قاعدة الوردة مزودة بنقطتين توصيل لتغذية المصباح بالتيار الكهربى وتمنع القنطرة الخزفية انتقال الشد من الكابل المرن للمصباح إلى نقاط التثبيت بالقاعدة. وهناك أنواع تتكون من قاعدة الوردة وغطاء للوردة فقط، حيث تستبدل القنطرة الخزفية بفتحتين فى قاعدة الوردة لمنع انتقال الشد إلى نقاط التوصيل الكهربية.

والشكل (٣–٢٠) يعرض نموذجين مختلفين لورد السقف القديمة. فالشكل (أ) يعرض نموذجًا يتكون من قطعة واحدة حيث تدمج القاعدة والغطاء معًا وتثبت شبه غاطسة فى السقف داخل علبة توصيل توضع فى مكان المصباح بالسقف.

والشكل (ب) يعرض نموذجًا يتكون من قاعدة وغطاء فقط، ويتم تثبيتها فى السقف على قرص خشبى سميك مدفون فى الخرسانة ومثقوب فى المنتصف لإمرار موصلات المصباح.



الشكل (٣–٢٠)

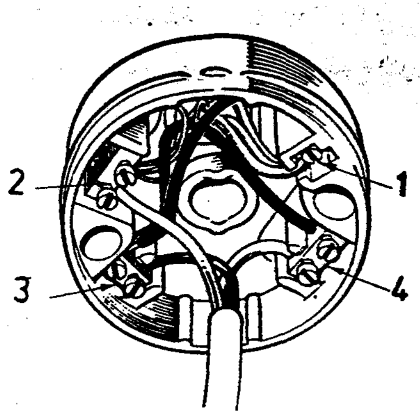
النوع الثانى: وهو النوع الحديث ويتكون من قاعدة الوردة وغطاء الوردة، وتحتوى قاعدة الوردة على أربع نقاط توصيل لتوصيل أطراف المصدر الكهربى L,N,PE

وطرف للمفتاح، وتثبت الوردة الحديثة على علبة توصيل مثبتة بالسقف.

والشكل (٣-٢١) يعرض نموذجًا لوردة سقف حديثة.

حيث إن:

طرف توصيل الخط L	1
طرف توصيل الأرضى	2
طرف توصيل التعادل	3
طرف توصيل المفتاح	4



الشكل (٣-٢١)

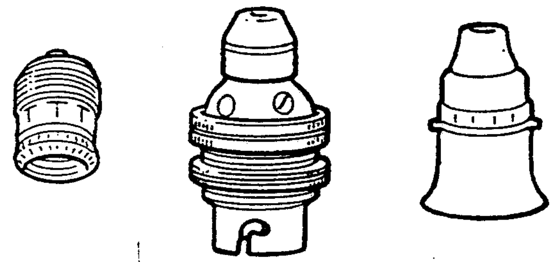
٣ / ٧- حامل المصباح (الدواية)

تستخدم الدواية فى تثبيت المصابيح المتوهجة ويوجد نوعان من هذه الحوامل وهما:

١- حامل مصباح بايونيت Bayonet ويكون مزوداً بمجرتين لتثبيت مسمارى المصباح المتوهج الذى له قاعدة بايونيت، ويعتبر هذا النوع من الحوامل هو السائد تقريباً.

٢- حامل مصباح إديسون Edison ويكون مزوداً بقلاووظ داخلى لتثبيت المصابيح المتوهجة ذات القاعدة المقلوظة.

والشكل (٣-٢٢) يعرض ثلاثة أنواع مختلفة من حوامل المصابيح. فالشكل (أ) يعرض حامل مصباح إديسون، والشكل (ب) يعرض حامل بايونيت غير معزول والشكل (جـ) يعرض حامل مصباح بايونيت معزول.

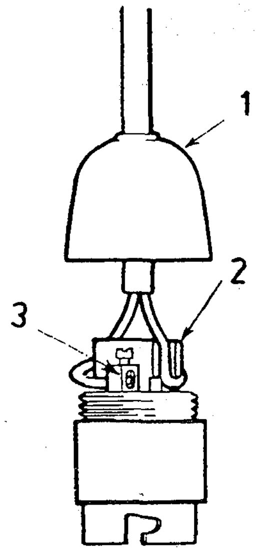

أ ب جـ

الشكل (٣-٢٢)

أما الشكل (٣-٢٣) فيبين طريقة توصيل كابل المصباح المرن المقاوم للحرارة مع دواية مصباح بايونيت.

حيث إن:

غطاء الدواية	1
عروة لتثبيت الموصلات	2
نقطة توصيل	3



الشكل (٣-٢٣)

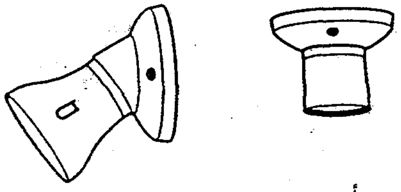
ويوجد أنواع من حوامل المصابيح المتوهجة يمكن تثبيتها مباشرة فى السقف، وعلى الحائط وهى تسمي بقواعد تثبيت بحوامل. والشكل (٣-٢٤) يعرض نموذجًا لقاعدة تثبيت بحامل مصباح يثبت فى السقف (الشكل أ)، وآخر يثبت على الحائط (الشكل ب).

وعادة يتم تثبيت هذه الحوامل على علب توصيل، إما بالسقف أو بالحائط

٣ / ٨- الأنظمة المختلفة لتمديدات الإضاءة

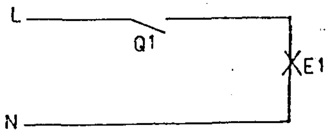
يوجد نظامان لتمديدات الإضاءة وهما:

- نظام التمديد ذات الحلقة. Loop-in system
- نظام التمديد ذات علب التوزيع.


ب أ

الشكل (٣-٢٤)

وسوف نتناول طريقة تنفيذ دائرة تشغيل مصباح كهربى بمفتاح عادى لكلا النظامين والمبينة بالشكل (٣-٢٥).



الشكل (٣-٢٥)

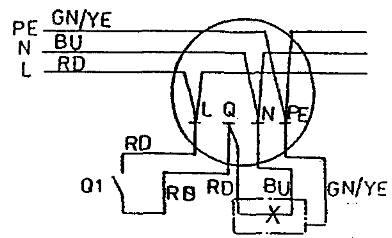
فعند غلق المفتاح Q1 يكتمل مسار تيار المصباح E1 فيضىء المصباح، وعند فتح المفتاح Q1 ينقطع مسار تيار المصباح E1 فينطفئ المصباح.

٣ / ٨ / ١ – نظام التمديد ذات الحلقة

فى هذا النظام تكون جميع الوصلات اللازمة بين المصدر الكهربى والمصباح والمفتاح داخل علبة توصيل موضوعة فى السقف فى موضع المصباح، وأحيانا تستخدم وردة سقف وتوضع فوق علبة التوصيل، ويعد نظام التمديدات ذات الحلقة من الأنظمة الحديثة فى التمديدات.

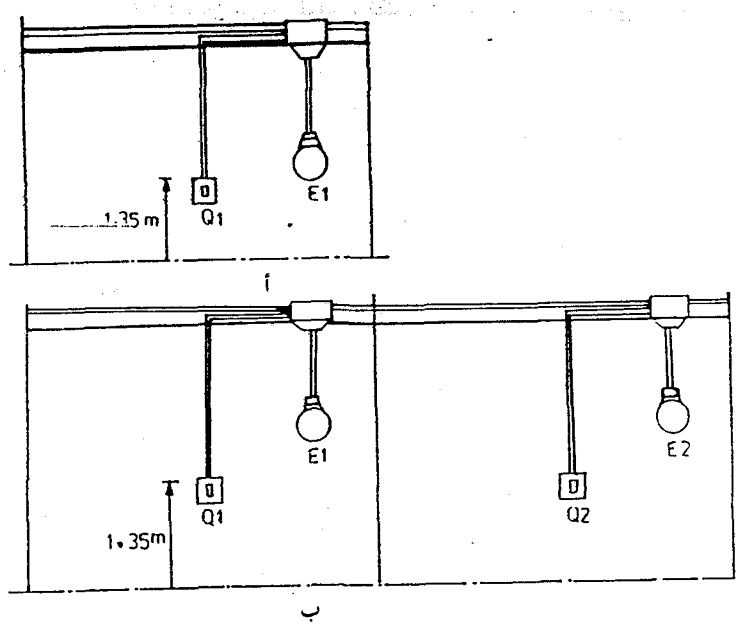
والشكل (٣–٢٦) يوضح طريقة التمديد بالحلقات فى علبة السقف أو وردة السقف لإضاءة نقطة ضوئية باستخدام الموصلات المنفردة مع وجود خط وقاية PE، حيث يستخدم الخط الأحمر RD كوجه، والخط الأزرق BU كتعادل، والخط الأصفر أخضر GN/YE كموصل وقاية PE.

ويلاحظ أن خطوط المصدر الثلاثة تعمل حلقات مع جميع ورد السقف، فى حين يتم توصيل نقاط المفتاح مع النقطة L والنقطة Q، ويتم توصيل أطراف المصباح مع PE, N.Q بواسطة كابل مرن مقاوم للحرارة.



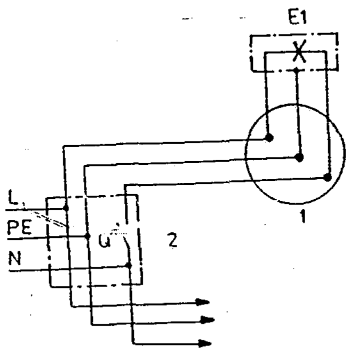
الشكل (٣–٢٦)

والشكل (٣–٢٧) يبين طريقة استخدام نظام التمديد بالحلقات لعمل تمديد لمصباح واحد (الشكل أ)، وعمل تمديد لمصباحين (الشكل ب).



الشكل (٣–٢٧)

والشكل (٣–٢٨) يوضح مخطط التوصيل للنظام ذات الحلقة حيث تعمل الحلقة داخل علبة المفتاح 2 فى حين أن علبة التوصيل بالسقف 1 تستخدم فقط لتوصيل المصباح E1.

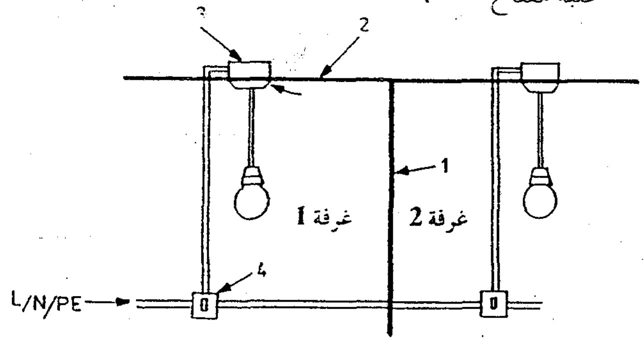


الشكل (٣–٢٨)

والشكل (٣-٢٩) يبين طريقة تنفيذ نظام التمديد بالحلقات فى علب المفاتيح لغرفتين متجاورتين.

حيث إن :

حائط	1
سقف	2
علبة توصيل	3
علبة مفتاح	4

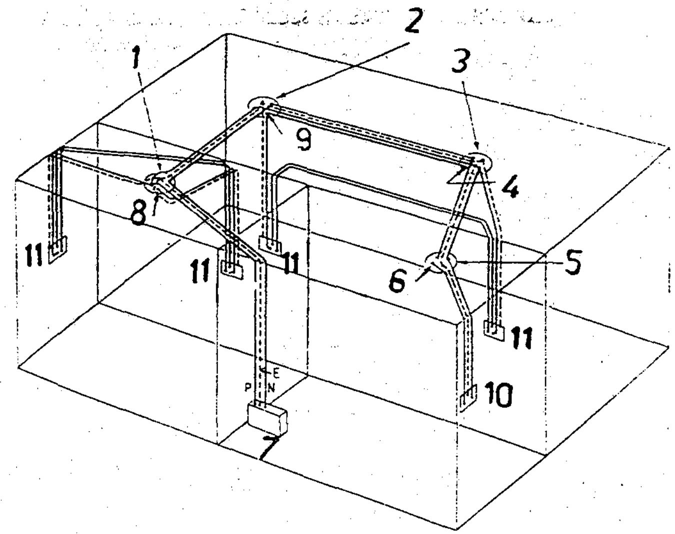


الشكل (٣-٢٩)

والشكل (٣-٣٠) يعرض نموذجًا لتمديد إضاءة بنظام الحلقات.

حيث إن :

نقط إضاءة ويمكن التحكم فيها من مكانين	1,2,3
أطراف توصيل المفاتيح	4,6,8,9
نقطة إضاءة ويتم التحكم فيها من مكان واحد	5
لوحة التوزيع	10
مفتاح تناوب	11

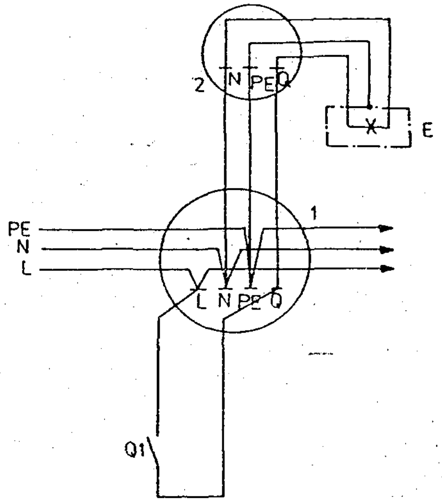


الشكل (٣-٣٠)

٣ / ٨ / ٢- نظام التمديد بعلب التفريع

فى هذا النظام يتم عمل جميع الوصلات اللازمة بين المصدر الكهربى والمصباح والمفتاح فى علب تفريع موضوعة داخل الحائط على ارتفاع 2.5 m من الأرضية أو على ارتفاع 30 cm أسفل السقف. ويعد نظام التمديدات بعلب التفريع من الأنظمة القديمة فى التمديدات، وإن كانت بعض الأقطار العربية والأوروبية ما زالت تستخدم هذا النظام مثل: مصر وألمانيا.

والشكل (٣-٣١) يوضح مخطط التوصيل لنظام التمديد

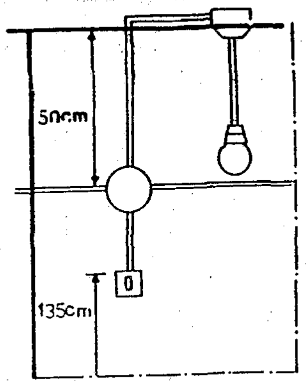


الشكل (٣-٣١)

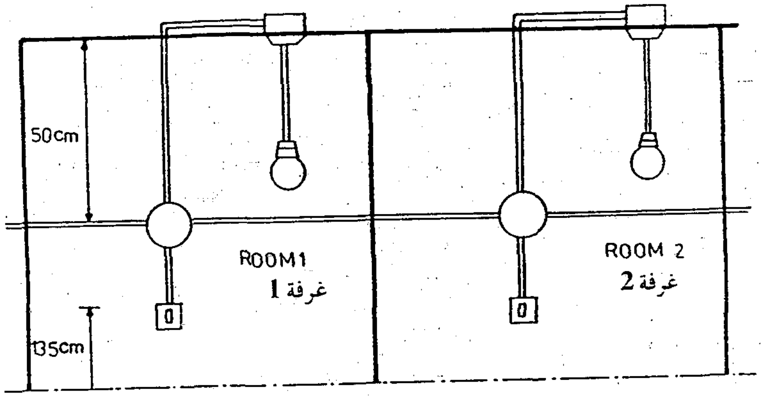
بعلب التفريغ لدائرة تشغيل نقطة إضاءة باستخدام الموصلات المنفردة مع وجود خط الوقاية PE، حيث يستخدم الخط الأحمر RD كوجه، والخط الأزرق BU كتعادل، والخط الأصفر / أخضر GN/YE كموصل وقاية PE.

ويلاحظ أن جميع الوصلات المطلوبة تتم فى علبة التفريع 1، فى حين أن علبة التوصيل بالسقف 2 تستخدم فقط لتوصيل المصباح E.

والشكل (٣-٣٢) يبين طريقة تنفيذ نظام التمديد بعلب التفريع لإضاءة نقطة إضاءة واحدة (الشكل أ)، ولإضاءة نقطتيى إضاءة فى غرفتين متجاورتين (الشكل ب).



أ



ب

الشكل (٣-٣٢)

٣ / ٨ / ٣- المقارنة بين نظام التمديد بالحلقات والتمديد بعلب التفريع

يتميز نظام التمديد بالحلقات بوجود جميع الوصلات فى نفس الغرفة التى فيها المصباح، وذلك إما فى علبة السقف، أو علبة المفتاح، وبالتالى يكون مكانها معروفاً. أما فى نظام التمديد فى علب التفريع فتكون جميع الوصلات فى علب التفريع والتى تكون أحياناً غير ظاهرة نتيجة لوجودها تحت البياض، أو تحت ورق الحائط مما

يؤدى إلى صعوبة اكتشافها أثناء حدوث الإخطاء. وأيضًا فإن التمديد فى علب التفريع يعطى مظهراً غير جيد للديكور، بالإضافة إلى أنها تحتاج لعمل زائد عند تثبيتها. وعلى كل حال فإنه يكون من الضرورى استخدام بعض علب التفريع فى نظام التمديد بالحلقات من أجل توفير الموصلات المطلوبة عندما يكون هناك مسارات طويلة؛ وذلك لأن من أهم مميزات نظام التمديد هو أن أطول الموصلات المستخدمة تكون أقصر ما يمكن. وعلى كل حال فإن نظام التمديد بعلب التفريع بدأ فى التناقص فى التمديدات الكهربية الحديثة.

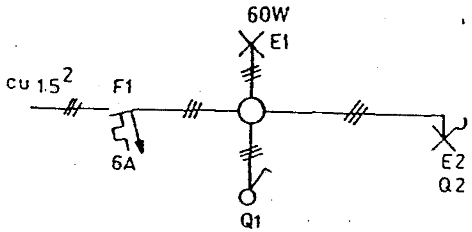
٣ / ٩ مخططات الإضاءة

تستخدم الدائرة الرمزية والدائرة التنفيذية ودائرة مسار التيار للتعبير عن أى دائرة إضاءة.

أولاً: الدائرة الرمزية:

يطلق على الدائرة الرمزية بدائرة الخط الواحد Single Line diagram والتى توصف مخططات الإضاءة، ويستخدمها الفنيون عادة فى التركيبات الكهربية، حيث توضع على المساقط الأفقية المعمارية للمنشآت لبساطتها.

والجدير بالذكر أن الدائرة الرمزية لا تعطى أى معلومات عن التوصيل.



الشكل (٣-٣٣)

والشكل (٣-٣٣) يبين الدائرة الرمزية لتشغيل لمبة بمفتاح قطب واحد مع بريزة مؤرضة.

حيث إن:

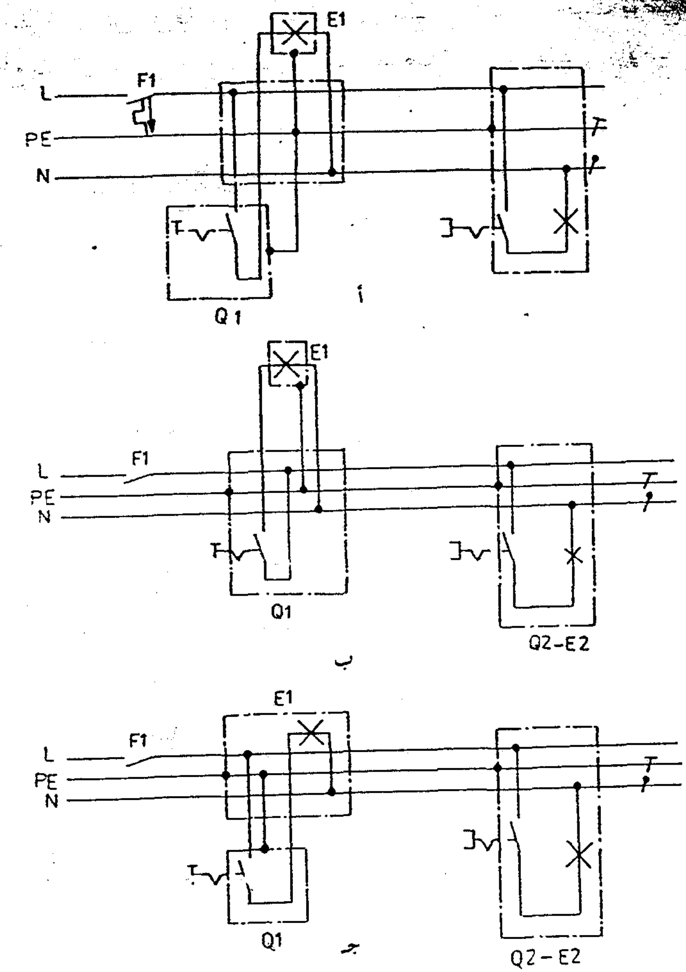
مفتاح قطب واحد	Q1
مفتاح بحبل	Q2
مصباح كهربى متوهج	E1, E2
قاطع دائرة صغير	F1

ويلاحظ أنه يمكن معرفة عدد الموصلات بين المقاطع المختلفة، حيث يوضع عند كل مقطع بالدائرة عدد من الخطوط يمثل عدد الموصلات بهذا المقطع، بالإضافة إلى ذلك تكتب مساحة مقطع الموصلات المستخدمة عند كل مقطع وتكتب أيضًا قدرة المصباح الكهربى والتيار المقنن للقاطع.

ثانيًا: الدائرة التنفيذية:

الشكل (٣-٣٤) يعرض الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباح مثبت بالسقف E1 بمفتاح قطب واحد Q1، ومصباح مثبت بالحائط E2 بمفتاح بحبل Q2 باستخدام علب التفريع (الشكل أ)، وباستخدام الحلقات فى علب السقف (الشكل ب) وباستخدام الحلقات فى علب المفاتيح (الشكل جـ).

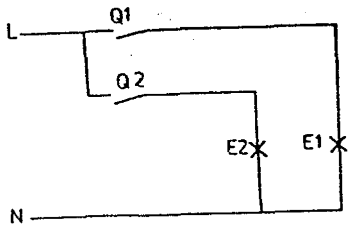
والجدير بالذكر أن الدائرة التنفيذية تساعد الفنيين فى تنفيذ مخطط التمديدات الكهربية، فهى تمتاز بوضوح أماكن العناصر المختلفة وطريقة التوصيل، وعادة يستطيع الفنّيون استنتاج الدوائر التنفيذية من الدوائر الرمزية الموضوعة على المساقط المعمارية.



الشكل (٣-٣٤)

ثالثًا: دائرة مسار التيار:

الشكل (٣-٣٥) يعرض دائرة مسار التيار لتشغيل لمبة بمفتاح قطب واحد مع بريزة، ويستعين المبتدئين على فهم طريقة عمل الدائرة الرمزية والتنفيذية من دائرة مسار التيار، علمًا بأنه لا يمكن معرفة ترتيب مواقع مكونات الدائرة بالنسبة لبعضها من خلال دائرة مسار التيار.



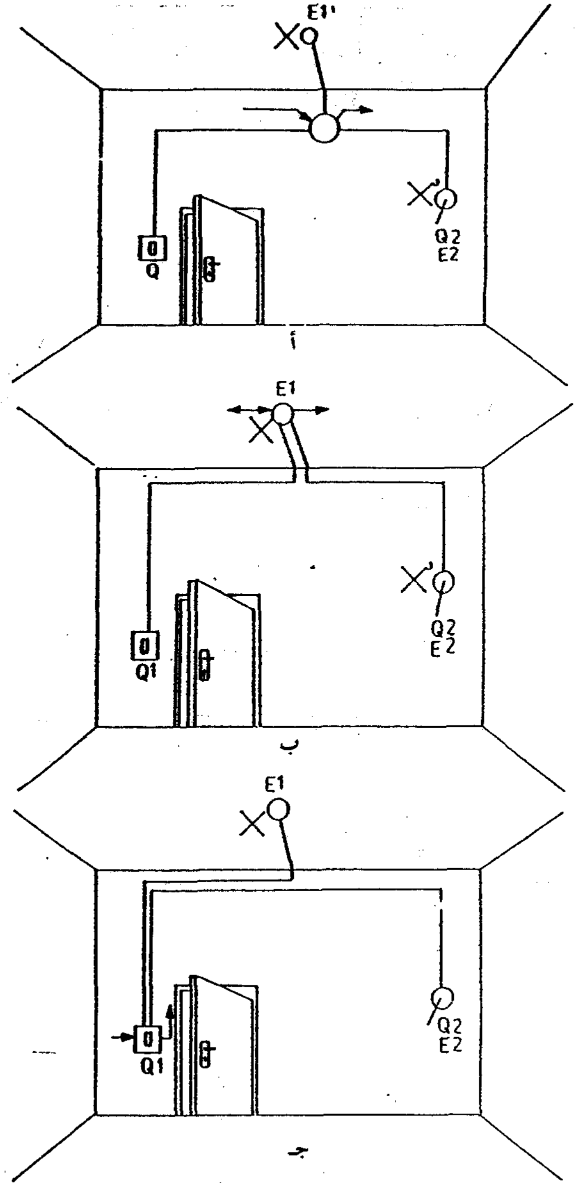
الشكل (٣-٣٥)

ويمكن استيعاب طريقة التوصيل العملى للدائرة التى تناولناها فى هذه الفقرة من المجسم المعمارى الذى يبين أماكن مكونات الدائرة ومسار المواسير المستخدمة والمبينة بالشكل (٣-٣٦).

فالشكل (أ) يوضح طريقة التنفيذ باستخدام علب التفريع.

والشكل (ب) يوضح طريقة التنفيذ باستخدام الحلقات فى علب السقف.

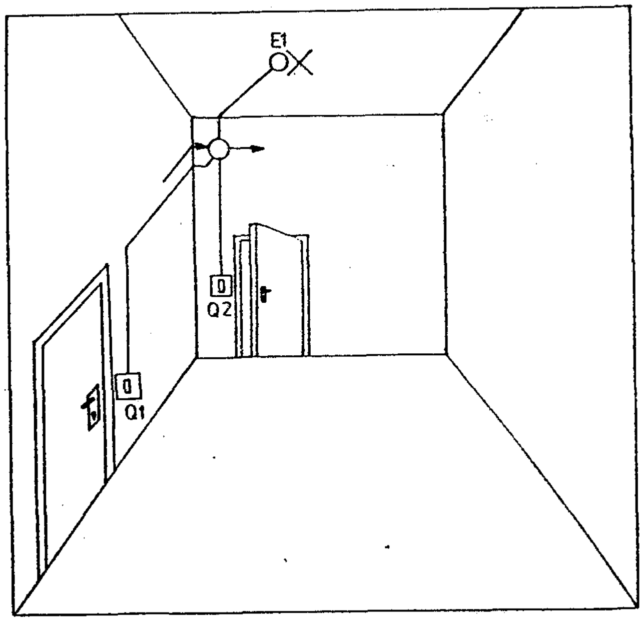
والشكل (جـ) يوضح طريقة التنفيذ باستخدام التنفيذ باستخدام الحلقات فى علبة المفاتيح.



الشكل (٣-٣٦)

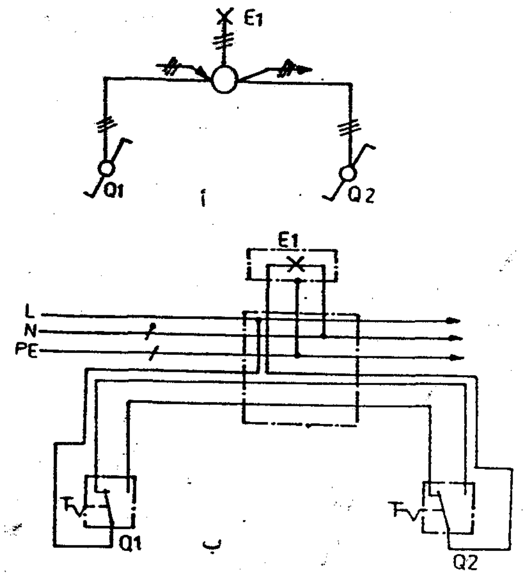
٣/٩/١ - تشغيل مصباح من مكانين مختلفين:

الشكل (٣-٣٧) يعرض المجسم المعمارى لغرفة كبيرة بهازوج من الأبواب، وبجوار كل باب مفتاح تناوب بحيث يمكن إضاءة المصباح من أى مفتاح مستخدماً طريقة التمديد بعلب التفريع.



الشكل (٣-٣٧)

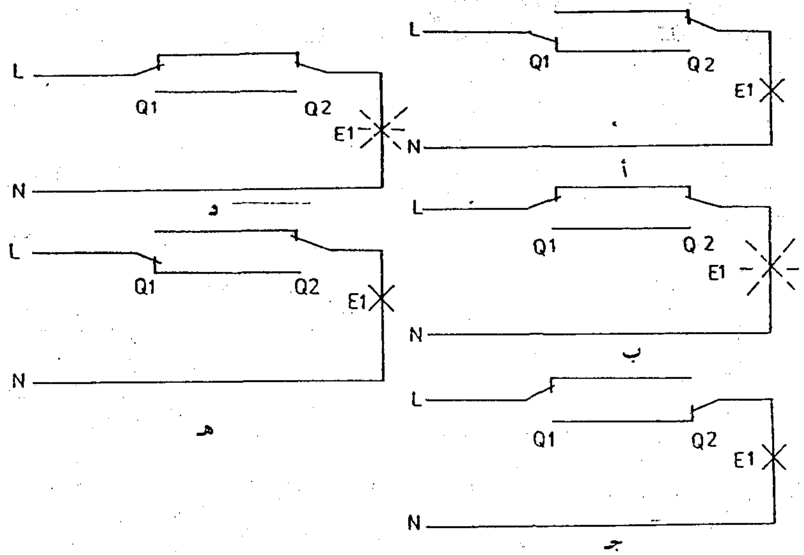
أما الشكل (٣-٣٨) فيعرض الدائرة الرمزية والتنفيذية لتوصيل مفتاحى تناوب لإضاءة مصباح من مكانين مختلفين.



الشكل (٣-٣٨)

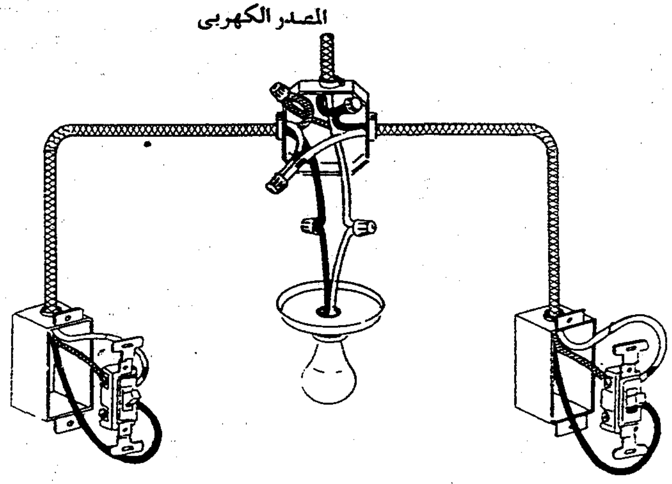
أما الشكل (٣-٣٩) فيعرض مسار التيار للدائرة التى بصددها فى خمسة أوضاع تشغيل متتالية.

ففى الشكل (أ) يكون المصباح E1 غير مضىء وفى الشكل (ب) عند تشغيل المفتاح Q1 يضىء المصباح E1 لاكتمال مسار تياره وفى الشكل (جـ) عند تشغيل المفتاح Q2 ينطفىء المصباح E1، وفى الشكل (د) عند تشغيل المفتاح Q2 يضىء المصباح E1، وفى الشكل (هـ) عند تشغيل المفتاح Q1 ينطفىء المصباح E1 . من ذلك نستنتج أنه يمكن إضاءة وإطفاء المصباح E1 من المفتاح Q1 أو المفتاح ينطفىء، وإطفاء المصباح E1 من المفتاح Q1 أو المفتاح Q2.



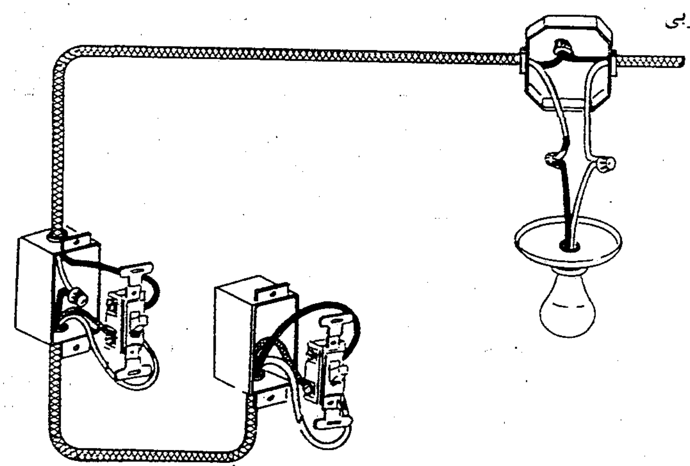
الشكل (٣-٣٩)

أما الشكل (٩-٤٠) فيبين طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة السقف عند وجود المفتاحين على جانبى علبة السقف باستخدام المفاتيح الأمريكية.



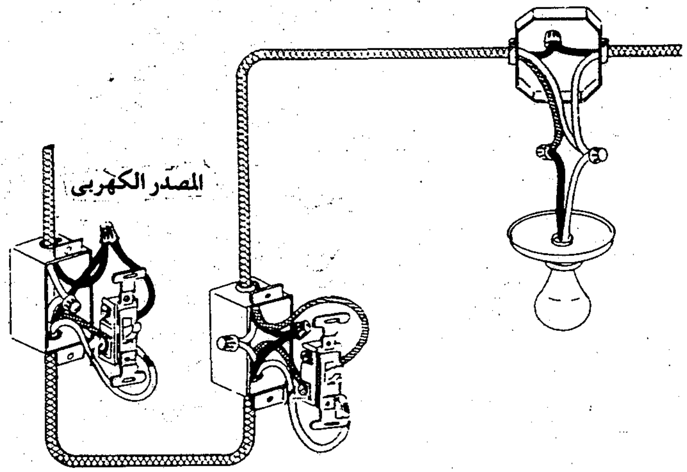
الشكل (٣-٤٠)

والشكل (٣-٤١) يبين طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها، باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة السقف عند وجود المفتاحين على جانب واحد من علبة السقف، مستخدمًا مفاتيح بعصا مفصلية (مفاتيح أمريكية)



الشكل (٣-٤١)

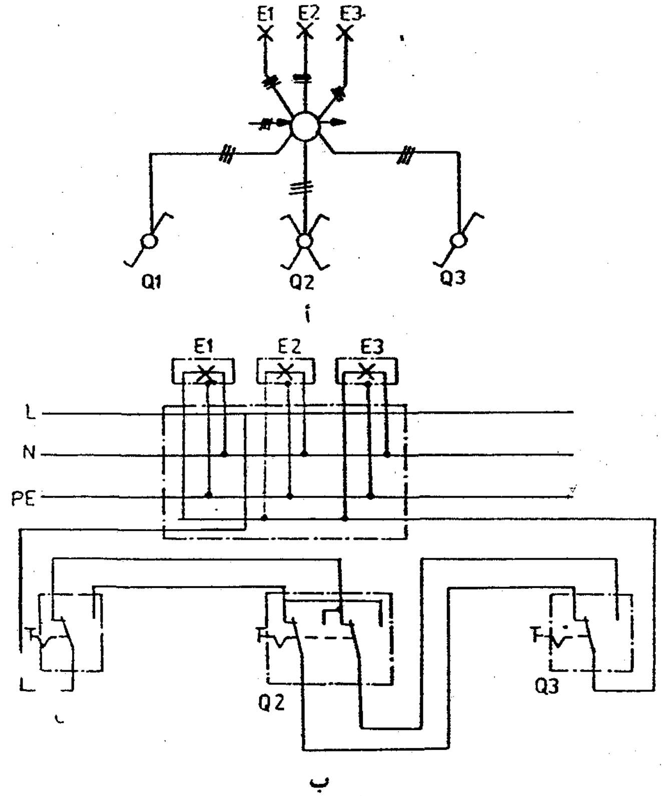
والشكل (٣-٤٢) يبين طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها، باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة المفتاح عند وجود المفتاحين على جانب واحد من علبة السقف، مستخدمًا مفاتيح بعصا مفصلية (مفاتيح أمريكية).



الشكل (٣-٤٢)

٣/٩/٢ – تشغيل مصباح كهربى من ثلاثة أماكن مختلفة:

الشكل (٣-٤٣) يعرض الدائرة الرمزية (أ)، والتنفيذية (ب) لإضاءة المصابيح من المفاتيح باستخدام نظام التمديد بعلب التفريع : E1, E2, E3 .



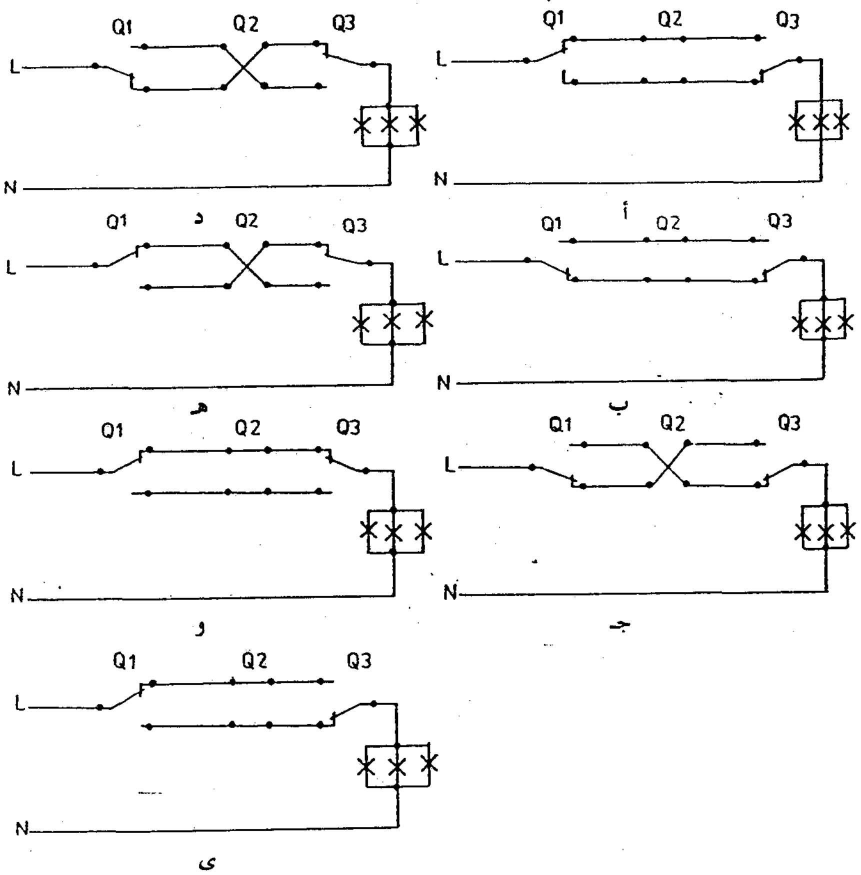
الشكل (٣–٤٣)

أما الشكل (٣–٤٤) فيبين دائرة مسار التيار للدائرة التى بصددها فى سبعة مواضع تشغيل مختلفة ومتتالية .

ففى البداية يكون مسار التيار للمصابيح غير متصل (الشكل أ) ، وعند تشغيل المفتاح Q1 يكتمل مسار التيار للمصابيح وتضيء (الشكل ب) ، وعند تشغيل Q2 ينقطع مسار تيار المصابيح وتنطفئ (الشكل جـ) ، وعند تشغيل Q3 يكتمل مسار تيار المصابيح وتضيء (الشكل د) ، وعند تشغيل Q1 ينقطع مسار تيار المصابيح

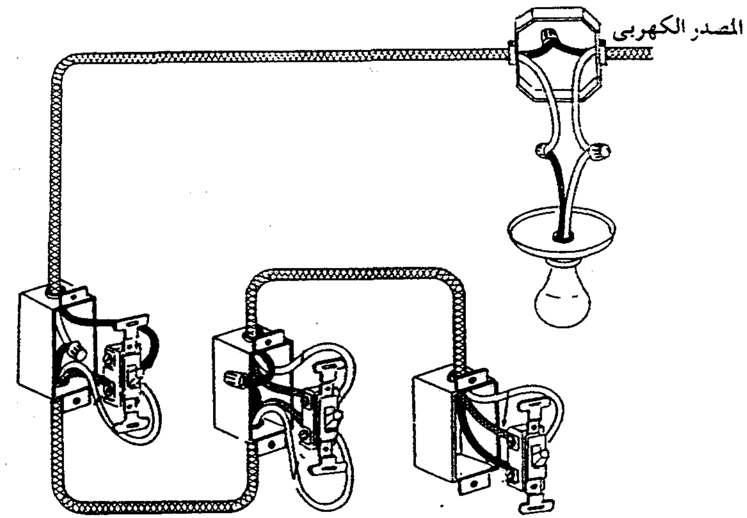
وتنطفئ (الشكل هـ) ، وعند تشغيل Q2 يكتمل مسار تيار المصابيح وتضيء (الشكل و) ، وعند تشغيل Q3 ينقطع مسار تيار المصابيح وتنطفئ (الشكل ى) .

ومن ذلك يتضح لنا أنه يمكن التحكم فى إضاءة وإطفاء المفاتيح من أحد المفاتيح الثلاثة Q1, Q2 , Q3 .



الشكل (٣–٤٤)

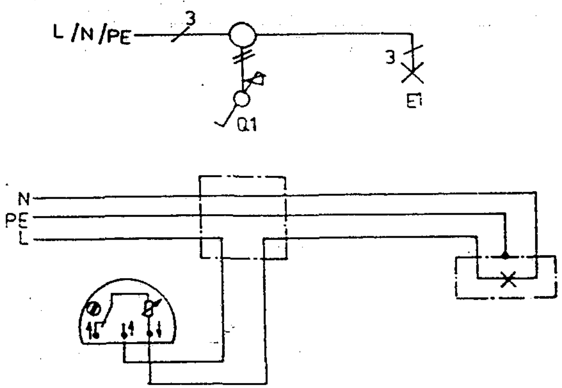
وتستخدم هذه الدائرة عادة فى الصالات الكبيرة التى فيها ثلاثة أبواب أو فى الممرات الكبيرة ، والشكل (٣-٤٥) يوضح طريقة تنفيذ الدائرة التى بصددها باستخدام نظام التمديد بالحلقات فى علبة السقف عند وجود الثلاثة مفاتيح فى جانب واحد من علبة السقف مستخدماً مفاتيح بعصا مفصلية (مفاتيح أمريكية) .



الشكل (٣-٤٥)

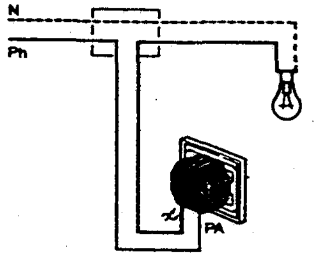
٣/٩/٣- التحكم فى استضاءة المصابيح المتوهجة

الشكل (٣-٤٦) يعرض الدائرة الرمزية (الشكل أ) ، والدائرة التنفيذية (الشكل ب) ، للتحكم فى استضاءة مصباح متوهج بواسطة مخفض الإضاءة يعمل ببكرة Q1 .



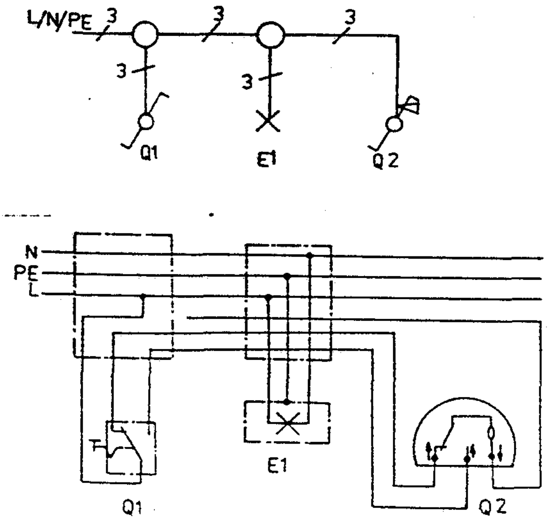
الشكل (٣-٤٦)

والشكل (٣-٤٧) يبين طريقة تنفيذ الدائرة السابقة باستخدام مخفض إضاءة من صناعة شركة Legrand الفرنسية ، علماً بأنه لم يستخدم فى هذه الدائرة موصل وقاية .



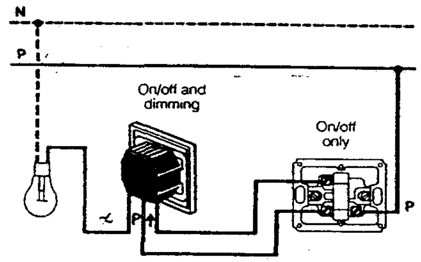
الشكل (٣-٤٧)

والشكل (٣-٤٨) يبين الدائرة الرمزية (أ) ، والتنفيذية (ب) ، لدائرة بمفتاحى تناوب أحدهما مخفض إضاءة Q2 له بكرة ويعمل كمفتاح تناوب عند الضغط عليه ، والثانى مفتاح تناوب Q1 .



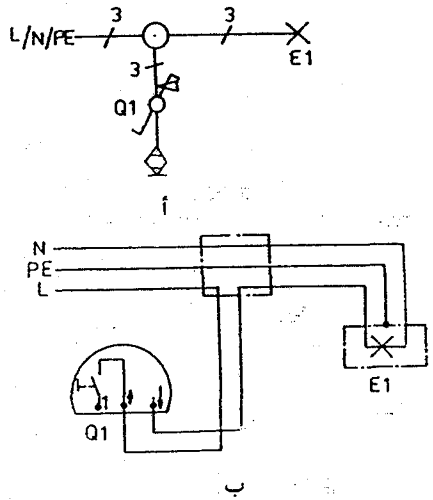
الشكل (٣-٤٨)

أما الشكل (٣-٤٩) فيبين طريقة تنفيذ الدائرة السابقة باستخدام مخفض إضاءة من شركة Legrand الفرنسية .



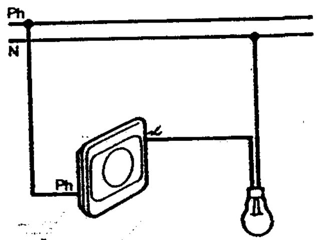
الشكل (٣-٤٩)

أما الشكل (٣-٥٠) فيعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) ، للتحكم فى استضاءة مصباح متوهج بواسطة مخفض إضاءة Q1 يعمل باللمس .



الشكل (٣-٥٠)

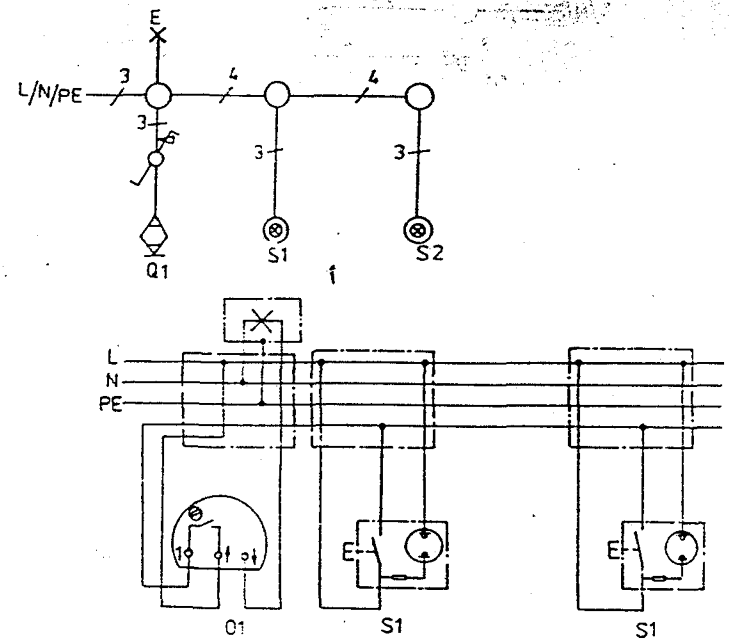
والشكل (٣-٥١) يبين طريقة تنفيذ الدائرة السابقة باستخدام عناصر مصنعة بشركة Legrand الفرنسية .



الشكل (٣-٥١)

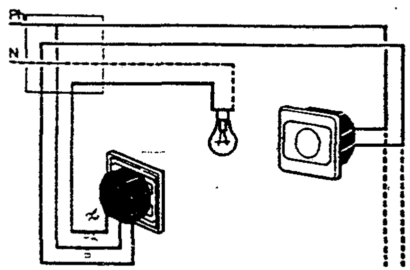
والشكل (٣ -٥١) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) للتحكم في استضاءة مصباح متوهج من ثلاثة أماكن مختلفة باستخدام مخفض إضاءة يعمل باللمس Q1 وضاغطين S2 , S1.

فعند الضغط على Q1 أو S2 أو S1 للحظة يتغير وضع المصباح من ON إلى OFF أو العكس أما عند الضغط المستمر على أحدهم تنخفض استضاءة المصباح وصولاً للإعتام الكامل ثم تبدأ فى التزايد بعد ذلك وصولاً للاستضاءة الكاملة ثم تبدأ فى الإعتام وهكذا .



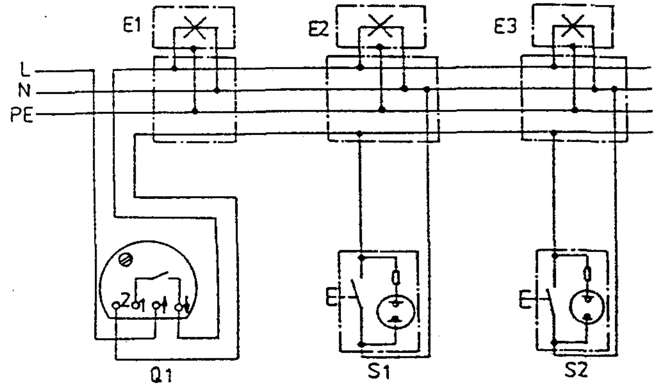
الشكل (٣-٥٢)

والشكل (٣-٥٣) يوضح طريقة تنفيذ الدائرة السابقة ولكن باستخدام ضواغط بدون لمبات بيان ، علماً بأن عدد الضواغط التى يمكن توصيلها فى الدائرة يصل إلى 5 ، وذلك باستخدام عناصر مصنعة بشركة Legrand الفرنسية .



الشكل (٣-٥٣)

والشكل (٣-٥٤) يعرض الدائرة التنفيذية لدائرة التأخير عند الإطفاء مع تخفيض الإضاءة حيث يتم التحكم فى ثلاثة مصابيح من ثلاثة مواضع مختلفة ، ويكثر استخدام هذه الدائرة فى السلالم حيث يمكن إضاءة مصابيح السلم من أى ضاغط ، وتظل المصابيح مضيئة لمدة زمنية محددة مع التناقص المستمر فى الإضاءة وصولاً للإعتام الكامل ، علماً بأن الزمن المستغرق للوصول للإعتام الكامل يعتمد على معايرة مخفض الإضاءة Q1 .



الشكل (٣-٥٤)

والجدير بالذكر أن الضواغط تكون مزودة بلمبات نيون تكون مضيئة باستمرار وذلك لكى ترشد رواد السلم عن مكانها ، كما أنه يمكن زيادة عدد الضواغط S1,S2 لأى عدد مطلوب .

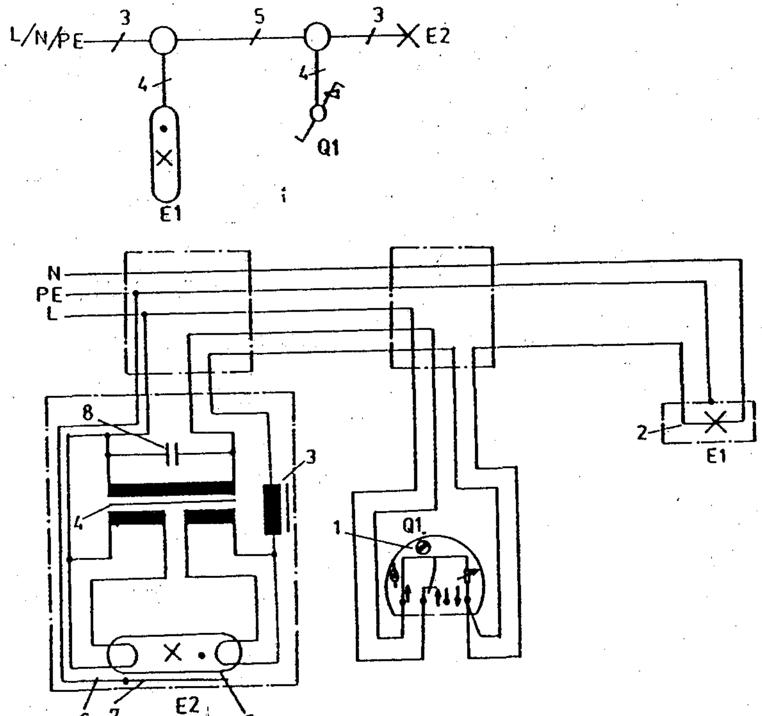
٣ / ٩ / ٤- التحكم فى استضاءة المصابيح الفلورسنت

الشكل (٣-٥٥) يعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) للتحكم فى استضاءة مصباح فلورسنت ، ومصباح متوهج باستخدام مخفض إضاءة لمبات فلورسنت يعمل ببكرة .

والجدير بالذكر أن وحدة الإضاءة الفلورسنت تحتوى على مصباح سريع البدء .

حيث إن:

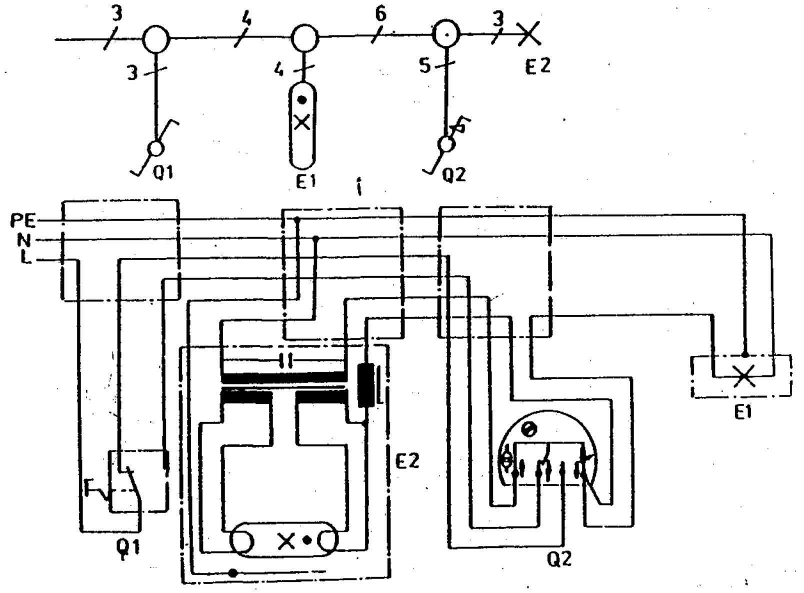
مقاومة متغيرة لضبط الإضاءة	1
لمبة متوهجة	2
كابح الكترونى	3
محول فتيلة المصباح الفلورسنت	4
مصباح فلورسنت	5
أرضى المصباح	6
وسيلة إشعال مساعدة	7
مكثف لتحسين معامل القدرة	8



ب

الشكل (٣-٥٥)

أما الشكل (٣-٥٦) فيعرض الدائرة الرمزية (أ) والتنفيذية (ب) لتشغيل مصباح فلورسنت ومصباح متوهج من مكانين ، بحيث يمكن التحكم فى استضاءة المصباحين من مخفض إضاءة مصابيح فلورسنت Q2 ، فعند إدارة بكرته يعمل على تخفيض الإضاءة ، ولكن عند الضغط عليه يعمل كمفتاح تناوب تماماً مثل Q1.



ب

الشكل (٣-٥٦)

الباب الرابع

أنظمـــة خاصــة

أنظمـــة خاصـــة

٤ / ١- أنظمة الكهروصوتيات

وهذه الأنظمة تستخدم لتكبير صوت محادثة كلامية أو صوت راديو أو تسحيل أو تكبير صوت إنذار صوتى ، وتسخدم أنظمة الكهرصوتيات فى المجالات التالية :

١- تكبير الخطب والمحادثات فى المسارح والمدارس والجامعات والمساجد وصالات الاستخدام المتعدد والملاعب الرياضية ومحطات القطارات والأتوبيسات والفنادق والمطاعم .

٢- عمليات الاستدعاء فى الأماكن الصناعية والمنشآت المكتبية والمؤسسات الطبية والمخازن والتعدين والنقل .... إلخ .

٣- عمليات الترجمة وأغراض الاجتماعات فى صالات الاجتماعات والفنادق وصالات الأغراض المتعددة والمعارض .

وفيما يلى العناصر الأساسية التى يتكون منها نظام الكهروصوتيات وهى :

١- الميكروفون Microphone

٢- محطة الاستدعاء Call Station

٣- أجهزة الصوتيات (المسجلات - الراديو ... إلخ) Sound - Carrier devices

٤- مولدات الإشارة Signal generators

٥- مكبرات Amplifiers

٦- السماعات Loud speakers

٧- الكابلات Cables

أولاً : الميكروفون

يقوم الميكروفون بتحويل إشارة الصوت إلى إشارة كهربية يمكن تكبيرها بواسطة

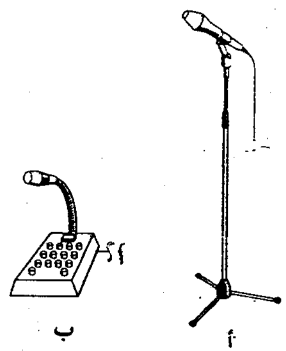
مكبرات لنقلها لمسافات بعيدة وصولاً للسماعات ، ويوجد نوعان من الميكروفونات وهما :

الميكروفون الديناميكي: ويتميز هذا النوع من الميكروفونات بحساسية غير عالية، لذلك فهو يستخدم لإزالة الضوضاء

الميكروفون السعوى: ويتميز هذا النوع بدقته العالية ، لذلك فهو يستخدم فى الاستوديوهات والمسارح والأماكن التى بها صدى صوت مثل : المساجد . وتحتاج الميكروفونات لمصدر قدرة منخفض تيار مستمر . AC

والشكل (٤-١) يعرض نوعين من الميكروفونات ، الأول يثبت على الأرض (الشكل أ)، والثانى يثبت على المكتب ومزود بمفاتيح استدعاء (الشكل ب) .

ويوجد أنواع من الميكروفونات تكون بدون سلك وهى تستخدم فى قاعة المحاضرات وهى تعطى حرية للمحاضر بالتحرك بحرية فى أى اتجاه .



الشكل (٤-١)

ثانياً : محطة الاستدعاء

وتستخدم فى توصيل أحد السماعات مع الميكروفون مثل المستخدمة فى الفنادق .

ثالثاً : أجهزة الصوتيات

وهذه الأجهزة مألوفة بالنسبة لنا مثل : أجهزة الراديو والتسجيل وتستخدم فى إصدار الأصوات المطلوب تكبيرها .

رابعاً : مولدات الإشارة

وهى مولدات الكترونية لتوليد الإشارة المطلوب تكبيرها مثل : إشارة الإنذار بالحريق ، أو إشارة الإنذار بالسرقة .

خامساً : المكبرات

ويمكن تقسيم المكبرات حسب الوظيفة إلى مكبرات قبلية Pre amplifier، ومكبرات تحكم Control amplifier ، ومكبرات قدرة Power amplifier .

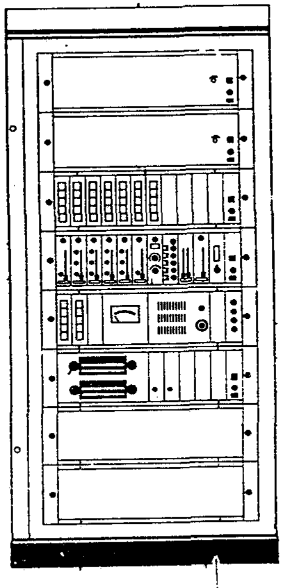
وأيضاً يمكن تقسيم المكبرات تبعاً لطريقة تركيبها إلى : المكبرات التى توضع على الطاولة أو المكتب والمكبرات التى توضع على حامل .

وعادة فإن المكبر القبلى ومكبر القدرة يتم دمجهما معاً فى وحدة واحدة تسمى بالمكبر المتكامل Integral amplifer وتصل مدى الترددات التى تتعامل معها ما بين (40:16000 HZ) ، ويصل جهد خرج هذه المكبرات إلى 100 Vac .

ويعمل المكبر القبلى بتكبير الإشارة القادمة من الميكروفون وصولاً بمستوى الجهد المناسب لمكبر القدرة . أما مكبر التحكم فهو اتحاد ما بين مكبر قبلى وموديول موازنة Equalizer ، وهو ليسمح بتوصيل عدد من الميكروفونات مع المكبر، وكذلك يتيح إمكانية التحكم فى مستويات إشارة الدخل باستقلالية ، كما يتيح إمكانية إحداث خليط من بعض إشارات الدخل المختلفة .

أما مكبر القدرة فهو المسئول عن تشغيل السماعة ، وعدد السماعات التى يمكن توصيلها مع المكبر يتوقف على قدرة مكبر القدرة وقدرة كل سماعة على حده إذ يجب تساوى قدرة المكبر مع قدرة السماعات الكلية التى توصل معه .

والجدير بالذكر أنه توجد مكبرات تتضمن جميع الأنواع المختلفة للمكبرات فى وحدة واحدة تسمى بمكبرات متكاملة Integral amplifiers، وعادة فإن أنظمة الكهروصوتيات الصغيرة تحتوى على مكبر متكامل من النوع الذى يوضع فوق الطاولة ، وهذا النوع يكثر استخدامه فى المسارح والمدارس والجامعات . أما فى أنظمة الكهروصوتيات الكبيرة فيستخدم ما يسمى بمركز مكبرات التحكم Contrl Centre والذى يتكون من جميع المكبرات ومولدات الإشارة وأجهزة الوصل والفصل فى دولاب واحد يحتوى على عدة حوامل كما بالشكل (٤-٢) .



الشكل (٤-٢)

سادساً : السماعات

عادة تكون السمعات المستخدمة فى أنظمة الكهروصوتيات من النوع الديناميكى الثابت ، والتى تتواجد فى عدة صور مثل :

– السماعة التى تثبت داخل جدار **built in loud speaker** : وتستخدم هذه السماعات فى المساجد والمسارح وجميع الأماكن المغلقة .

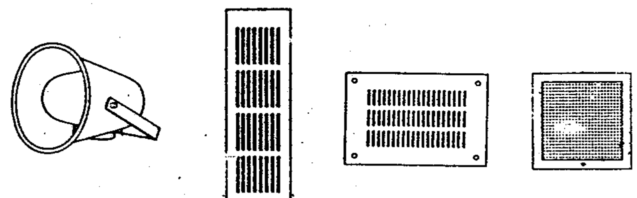
– السماعة العمودية **Column Loud Speaker** :

وتتكون هذه السماعات من مجموعة من السماعات المتشابهة والمنظمة على شكل عمود موضوعة داخل غلاف خارجي وينصح بأن تكون مستوى الحافة السفلية للسماعات العمودية على ارتفاع السمع ، وذلك عند تثبيتها حتى يكون الصوت منتظماً ، وتستخدم هذه السماعات فى أغراض الخطب فى الغرف الكبيرة كالمساجد .

– سماعة البوق Horn Loud Spaker

وتستخدم هذه السماعات فى الأماكن العامة المفتوحة مثل : محطات السكك الحديدية والمطارات والملاعب الرياضية وفوق مآذن المساجد .. إلخ ، وتستخدم أيضاً فى الأماكن الرطبة والمتربة . ويصنع جسم هذه السماعات من البلاستيك أو الحديد ويوجد منها تصميمات تستخدم فى الأماكن المعرضة للانفجار .

ويمكن زيادة شدة الصوت الصادر من سماعة البوق بزيادة طول البوق والشكل (٤–٣) يعرض نموذجين لسماعة تثبت بداخل الحائط (الشكل أ، ب) ، ونموذجاً لسماعة عمودية (الشكل جـ) ، ونموذجاً لسماعة بوق (الشكل د)



د جـ ب أ

الشكل (٤–٣)

سابعاً : الكابلات

عادة تكون الكابلات المستخدمة فى توصيل الميكروفونات أو مولدات الإشارة مع المكبرات زوج من الموصلات المبرومة والمدرعة ، ويجب تأريض طبقة التدريع فقط عند مدخل المكبر لتجنب الطنين ، ويجب أن تكون أطوال هذه الكابلات أقل ما يمكن للتقليل من التداخلات . أما الكابلات المستخدمة لتوصيل السماعات مع المكبرات فلا تكون من النوع المدرع ، بل كابل بقلبين عادى . ويجب ألا تمرر كابلات السماعات بالتوازى مع كابلات التليفون أو كابلات القدرة الكهربية ، علماً بأن جهد تشغيل السماعات يصل إلى 100 Vac .

والشكل (٤–٤) يعرض مكونات مركز مكبرات التحكم المستخدمة فى أحد المساجد وهى من إنتاج شركة **Rauland** الأمريكية ويتكون من :

لوحة مراقبة نوع	Mpxll00A
مكبر مسبق ومخلط	3508
حاكم صوتى	M63
موازن صوتى	6326
مؤخر رقمى	4015-2
فراغ	——
مكبر قدرة	CCA75
مكبر قدرة	CCA75
مكبر قدرة	CCA150

الشكل (٤–٤)

١- لوحة مراقبة نوع MPX 1100A

٢- مكبر مسبق ومخلط نوع 3508

٣- حاكم صوتى M63

٤- موازن صوتى 6326

٥- المؤخر الزمنى 4015-2

٦- فراغ ___

٧- مكبر قدرة CCA75

٨- مكبر قدرة CCA75

٩- مكبر قدرة CCA150

وتوضع هذه الموديلات داخل دولاب بعدة حوامل على ارتفاعات مختلفة ، ويوضع على كل حامل أحد عناصر مركز مكبرات التحكم، ويتم غلق الفراغ الذى لم يستغل بواسطة ألواح معدة لذلك .

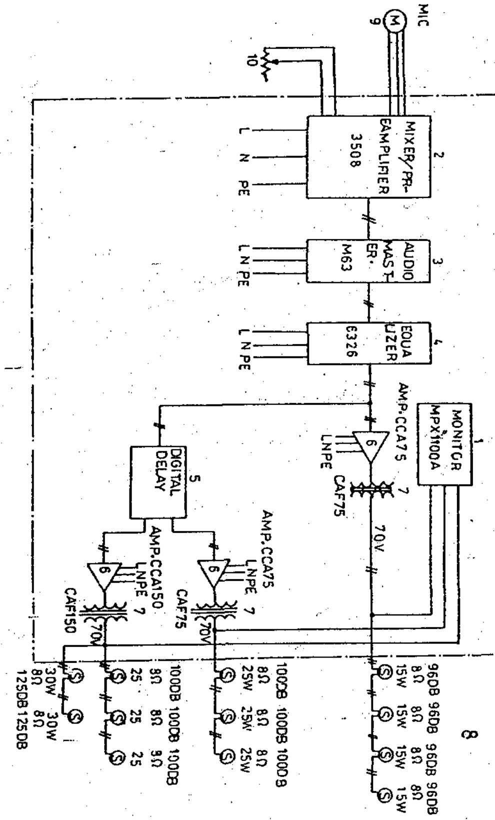
والجدير بالذكر أن المؤخر الصوتى يستخدم لإحداث تزامن بين صوت السماعة القريبة والبعيدة عن مكان الميكروفون .

والجدول (٤-١) يعطى التأخير الزمنى المطلوب تبعاً لأقصى مسافة بين السماعات والميكروفون

الجدول (٤-١)

m المسافة	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	16.0	24.0	33.0	41.0	49.0	57.0	66
ms التأخير	3	6	9	12	15	18	21	24	48	72	96	120	144	168	192

والشكل (٤-٥) يعرض طريقة توصيل موديولات MODULES مركز مكبرات التحكم مع السماعات ، علماً بأن جهد تشغيل السماعات يساوى 70 vac، ويمكن الحصول عليه من محولات رفع ، كما أن قدرة مكبر القدرة يجب ألا تقل عن مجموع قدرات السماعات المتصلة به .



مركز مكبرات التحكم

الشكل (٤-٥)

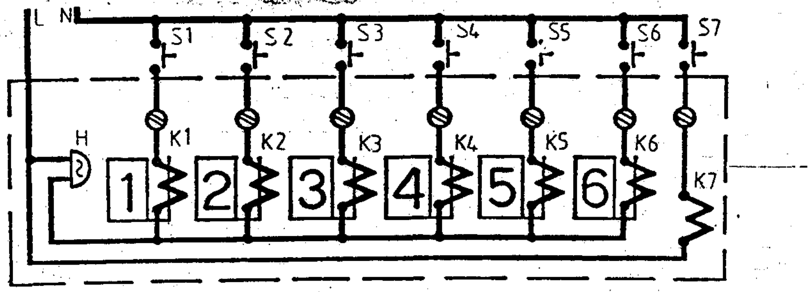
حيث إن :

لوحة مراقبة	1
مكبر قبلى ومخلط	2
حاكم صوتى	3
موازن	4
مكبر	5
محول رفع	6
سماعات	7
ميكروفون	8
وحدة تحكم فى الصوت من بعد	9

والجدير بالذكر أن مقياس شدة الصوت الصادر من السماعات يكون بوحدة ديس بل DB، ويلاحظ أن السماعات المستخدمة لها شدة صوت , 125 DB . 100DB , 96DB

٤ / ٢- مبين الأرقام Indicator

يوضع مبين الأرقام عادة فى غرفة الشاى بالمبانى الإدارية والتى يجلس فيها الساعى الذى يقوم بتقديم المشروبات ، وكذلك نقل الأوراق بين المكاتب . ويوصل مبين الأرقام بضواغط الاستدعاء الخاص به فعندما يرتفع رقم فى مبين الأرقام مع إصدار صوت تنبيه للساعى ، علماً بأن هذا الرقم يشير للغرفة التى بها هذا الموظف الذى استدعى الساعى فيقوم الساعى بالضغط على ضاغط التحرير الموجود فى غرفة الشاى ليعود مبين الأرقام لحالته الطبيعية ، ثم يذهب لتلبية الطلب وهكذا ، والشكل (٤-٦) يعرض التركيب الداخلى لمبين أرقام سداسى أى بستة أرقام .



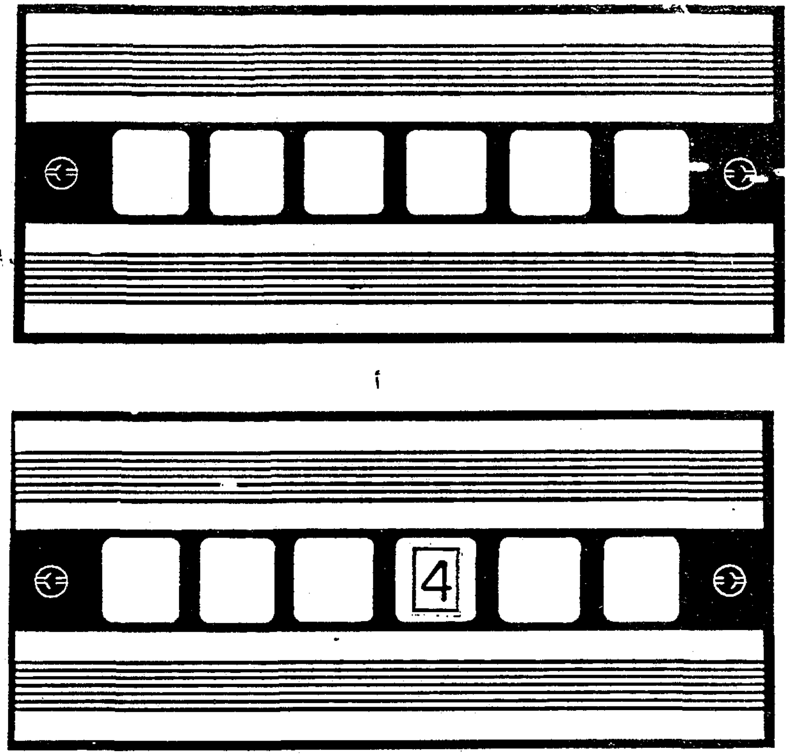
الشكل (٤-٦)

ريلاى الرقم 1	k1
ريلاى الرقم 2	k2
ريلاى الرقم 3	k3
ريلاى الرقم 4	k4
ريلاى الرقم 5	k5
ريلاى الرقم 6	k6
ريلاى التحرير العام	k7
جرس التنبيه	H

ويتم توصيل مبين الأرقام السداسى بسبعة ضواغط وهم :

ضاغط الغرفة 1	S1
ضاغط الغرفة 2	S2
ضاغط الغرفة 3	S3
ضاغط الغرفة 4	S4
ضاغط الغرفة 5	S5
ضاغط الغرفة 6	S6
ضاغط التحرير	S7

فعند قيام موظف الغرفة 4 بالضاغط S4، يكتمل مسار تيار الريلاى K4 فيرتفع الرقم 4 ويعمل الجرس H، وفى هذه الحالة ينتبه الساعى إلى أن هناك طلبًا ما للغرفة 4، فيضغط على S7 لإسقاط الرقم 4 لوضعه الطبيعى، ويذهب لتلبية طلب الغرفة 4، علمًا بأنه فى حالة وجود أكثر من موظف فى الغرفة الواحدة يتم تخصيص ضاغط لكل موظف، بحيث توصل ضواغط الغرفة الواحدة بالتوازى معًا، والشكل (٤-٧) يوضح شكل مبين الأرقام فى الحالة الطبيعية وبعد قيام الساعى بالضغط على ضاغط التحرير (الشكل أ)، وبعد قيام موظف الغرفة 4 بالضغط على ضاغط الاستدعاء (الشكل ب).



أ

ب

الشكل (٤-٧)

٤ / ٣ – أنظمة الاستدعاء Call Systems

يستخدم نظام الاستدعاء فى المستشفيات وبيوت التمريض لتخفيف الحمل على أعضاء هيئة التمريض.

والجدير بالذكر أن نظام الاستدعاء المرئى موجود فى هذه الأماكن من عشرات السنين، وفى الوقت الراهن وجدت تطبيقات جديدة لنظام الاستدعاء المرئى وذلك فى الأماكن التى تحتاج لإجراء اتصال بين مجموعة أشخاص على سبيل المثال الفنادق. فعند استخدام نظام الاستدعاء المرئى فى المستشفيات يمكن تقليل عدد الممرضات التى تقوم بمتابعة مجموعة من غرف المرضى أثناء الخدمة الليلية، وعند استخدام نظام الاستدعاء المرئى فى الفنادق أمكن تقليل عدد أعضاء فريق خدمات الفندق اللذين يقومون بمتابعة مجموعة من غرف النزلاء وهكذا.

وينقسم نظام الاستدعاء بصفة عامة إلى :

- نظام الاستدعاء المرئى.
- نظام الاستدعاء المرئى والصوتى.

٤ / ٣ / ١ – نظام الاستدعاء المرئى

الشكل (٤-٨) يعرض طريقة تمديد نظام استدعاء مرئى طراز Clino phoc 95 من إنتاج شركة Ackermann الألمانية.

حيث إن :

مولد ثلاث نغمات	TG
وحدة التحكم فى مجموعة من الغرف	GZ
لوحة البيان الخاصة بالمجاميع	GL
وحدة التحكم الالكترونية الخاصة بغرفة الممرضات	DZ
جرس رنان	SU
ضاغط إسكان صوت الجرس	AN
لوحة بيان اتجاه الاستدعاء مزودة بلمبتين بيان واحدة لكل اتجاه	RIL

لوحة بيان ممر غرفة المريض	ZL
ضاغط إلغاء الاستدعاء فى غرفة المريض	AN
ضاغط الاستدعاء	RT
بريزة يوصل بها ضاغط استدعاء بحبل	NS

- وصف النظام:

يوضع بجوار كل سرير لوحة استدعاء AN، وإلغاء استدعاء RT . وهى تحتوى على ضاغط أحمر للاستدعاء، ولمبة استدعاء حمراء، وضاغط إلغاء استدعاء أخضر، ولمبة بيان إلغاء أخضر. ويثبت على الجدار الخارجى للغرفة أعلى باب الغرفة فى الممر لوحة بيان للغرفة ZL، وتكون مزودة بمصباحين أو ثلاثة وهم: لمبة بيان حمراء للاستدعاء تضىء عند قيام أحد مرضى الغرفة باستدعاء الممرضة، ولمبة بيان خضراء تضىء عندما تكون الممرضة داخل الغرفة، ولمبة بيان بيضاء تضىء عند قيام مريض فى حمام الغرفة باستدعاء الممرضة. ويوجد أعلى الباب الخارجى لغرفة الممرضات لوحة بيان المجاميع GL وتكون مقسمة لعدة أجزاء يساوى عدد المجاميع الموجودة وتضىء لمبة بيان المجموعة التى تنتمى إليها الغرفة التى تحتاج لممرضة. ويوجد كذلك فى بداية كل ممر لوحة بيان اتجاه RIL تحتوى على لمبتى بيان، واحدة لكل اتجاه وتضىء اللمبة الخاصة بالاتجاه الذى استدعى الممرضة، ويوجد بداخل غرفة الممرضات ضاغط إسكان AN صوت الجرس الرنان SU الموجود بداخل الغرفة، ويكون لون ضاغط الإسكان أحمر.

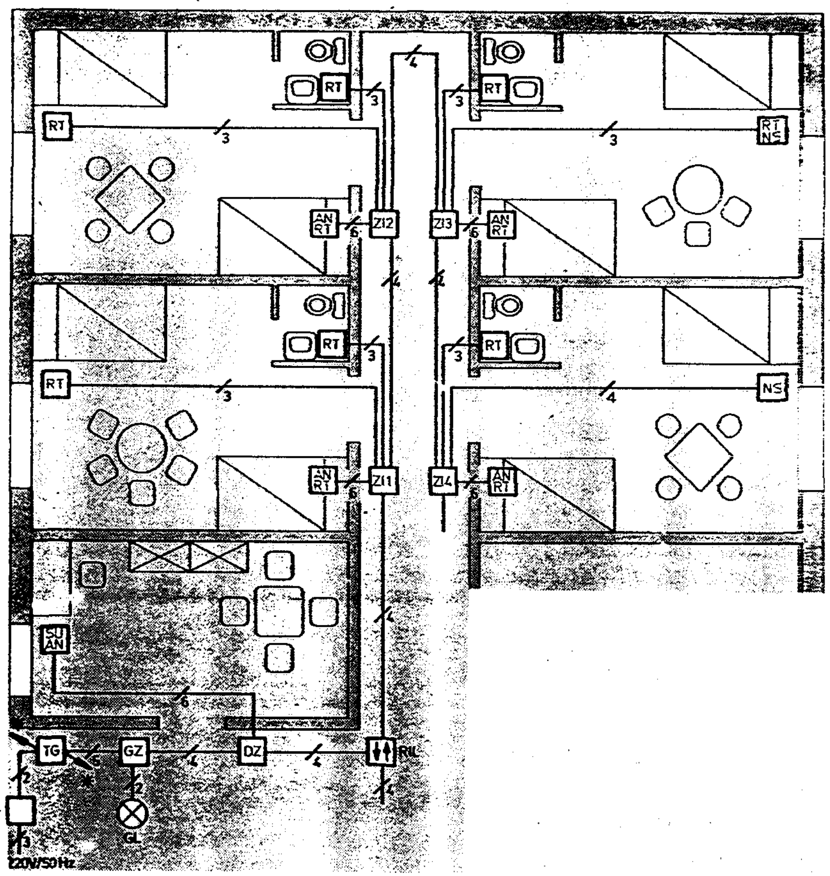
نظرية التشغيل:

عند قيام مريض فى الغرفة 1 مثلاً بالضغط على ضاغط الاستدعاء الموجود فى لوحة الاستدعاء والإلغاء (AN, RT) تضىء لمبة الاستدعاء الحمراء فى لوحة استدعاء الغرفة ZL، وكذلك تضىء لمبة بيان اتجاه مكان الاستدعاء RIL فى اتجاه الغرفة، وتضىء لمبة بيان رقم المجموعة التى تنتمى إليها هذه الغرفة فى لوحة البيان الخاصة بالمجاميع GL، وفى نفس الوقت يصدر صوتًا فى لوحة

بيان الممرضات (SU, AN) ، فتقوم الممرضة بإسكات الجرس من ضاغط الإسكات، ثم تتوجه إلى غرفة المريض، وهناك تقوم بالضغط على ضاغط إلغاء الاستدعاء من لوحة الاستدعاء وإلغاؤه (AN, RT) فى هذه الحالة تضىء لمبة التواجد الخضراء الموجودة فى لوحة بيان الاستدعاء للغرفة ZL، وتنطفىء لمبة الاستدعاء الحمراء.

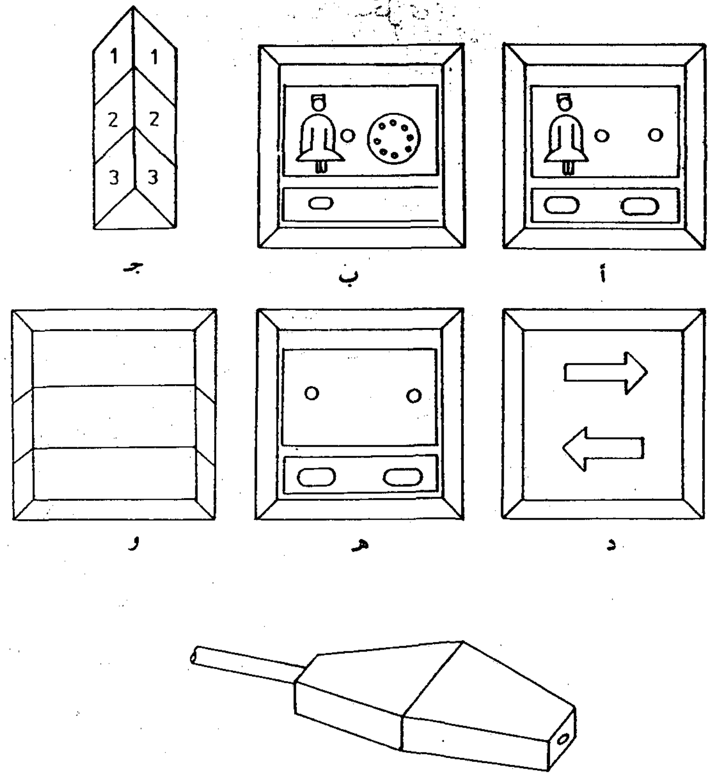
وبعد انتهاء الممرضة من خدمتها للمريض تقوم بالضغط مرة أخرى على ضاغط إلغاء الاستدعاء AN والموجود فى الغرفة، فتنطفىء لمبة البيان الخضراء الموجودة فى لوحة بيان الغرفة ZL1 .

وعند قيام أحد المرضى أثناء وجوده بالحمام بالضغط على ضاغط الاستدعاء RT بالحمام يتكرر ما سبق، عدا أنه لمبة الاستدعاء البيضاء تضىء بدلاً من لمبة الاستدعاء الحمراء، وذلك فى لوحة استدعاء الغرفة Zl؛ علمًا بأن الاستدعاء من الحمام له الأفضلية عن استدعاء من الغرفة، لذلك عند قيام مريضين بالضغط على ضاغط استدعاء أحدهم على سرير، والآخر فى الحمام، تضىء لمبة البيان البيضاء وليست الحمراء فى لوحة بيان ممر غرفة المريض ZL.



الشكل (٤–٨)

والشكل (٤–٩) يعرض عناصر نظام الاستدعاء المرئى المصنعة بشركة Ackerma الألمانية.



الشكل (٤–٩)

حيث إن :

– لوحة الاستدعاء وإلغاء الاستدعاء (الشكل أ)

– لوحة استدعاء ببريزة لوحدة استدعاء محمولة (الشكل ب)

– لوحة بيان المجاميع (الشكل جـ)

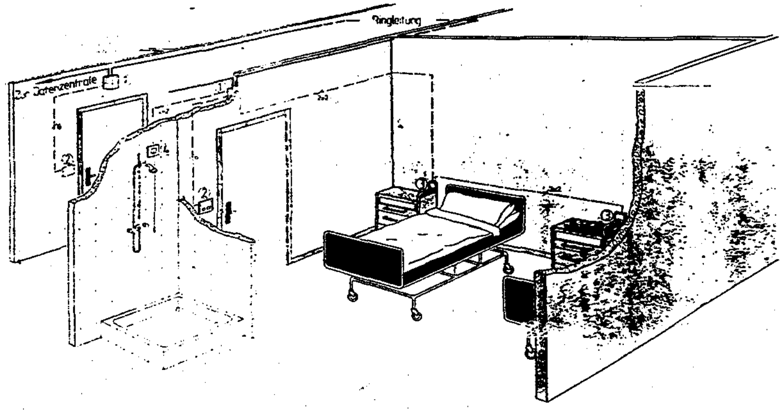
– لوحة اتجاه استدعاء (الشكل د)

– لوحة غرفة الممرضات بضاغط إسكات جرس (أحمر)، ولمبة استدعاء حمراء وضاغط تواجد أخضر، ولمبة بقاء ممرضة بداخل الغرفة خضراء (الشكل هـ)

– لوحة بيان استدعاء توضع فوق غرفة المريض (الشكل و).

- وحدة استدعاء محمولة للمريض (الشكل ى) .

والشكل (٤–١٠) يعرض نموذجًا لنظام استدعاء مرئى لإحدى الغرف .



الشكل (٤–١٠)

حيث إن :

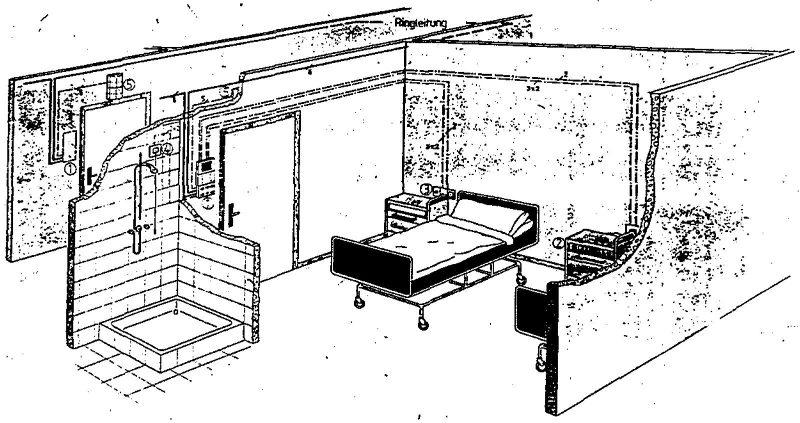
الخطوط المستمرة للدائرة الحلقية	———
الخطوط المتقطعة لدائرة الإشارة	----
موديول إشارة لوحة بيان غرفة المريض (ZL)	1
ضاغط إلغاء الاستدعاء (AN)	2
ضاغط الاستدعاء (RT)	3
وحدة استدعاء المرئى والصوتى	4

٤ / ٣ / ٢– نظام الاستدعاء المرئى والصوتى .

لا يختلف نظام الاستدعاء المرئى والصوتى عن نظام الاستدعاء المرئى من حيث وظيفة وطريقة الاستخدام عدا أن الأول يضاف إليه إمكانية التحدث والسماع، ومن

وجهة نظر أعضاء هيئة التمريض فإن نظام الاستدعاء المرئى والصوتى أفضل من حيث تقليل الوقت والعمل وليس وظيفة هذا النظام هو توفير إمكانية الحديث بين أعضاء هيئة التمريض مع المرضى فقط، ولكن يمكن المرض من التحدث مع بعضهم .

والشكل (٤–١١) يعرض نموذجًا لأحد أنظمة الاستدعاء المرئية والصوتية المنتجة بشركة Ackermann الألمانية .



الشكل (٤–١١)

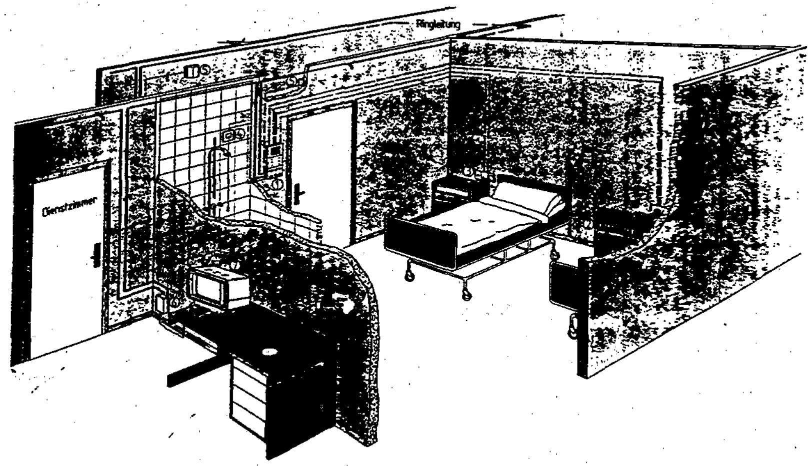
حيث إن :

كابلات خاصة من إنتاج شركة Ackermann	———
كابلات إشارة	----
كابلات للاتصالات الداخلية (مدرعة)	--·--·--
لوحة التحكم لغرفة مزودة بسماعة وميكروفون وضواغط إلغاء استدعاء	1
ضواغط استدعاء	2,3
ضاغط استدعاء محمول باليد	4
لوحة بيان توضع فوق الممر أعلى باب الغرفة	5

والشكل (٤–١٢) يعرض نموذجًا لأحد أنظمة الاستدعاء المرئية والصوتية المزودة بجهاز كومبيوتر من إنتاج شركة Ackermann .

حيث إن :

كابلات خاصة من إنتاج شركة Ackermann	———
كابلات إشارة	--·--
كابلات للاتصالات الداخلية (مدرعة)	--··--
لوحة التحكم للغرفة مزودة بسماعة وميكروفون وضاغط إلغاء الاستدعاء	1
بريزة لتثبيت ضاغط استدعاء محمول	2
ضاغط استدعاء مثبت فى الحائط	3
ضاغط استدعاء بحبل بالحمام	4
لوحة بيان توضع فوق باب غرفة المريض	5
دائرة موافقة للكومبيوتر	6
كومبيوتر مربوط مع الكومبيوتر المركزى للمستشفى	7



الشكل (٤–١٢)

والجدير بالذكر أن هذا النظام يمكن الممرضة أو الطبيب من التحدث مع أى مريض، وكذلك استعراض جميع بيانات المريض الموجودة فى ملفات الكومبيوتر المركزى.

٤ / ٤– دوائر التليفزيون المغلقة CCTV'S

تستخدم دوائر التليفزيون المغلقة فى التطبيقات التالية :

١– المراقبة الأمنية كما هو الحال فى البنوك والمراكز التجارية الكبيرة والمطارات . . . إلخ .

٢– مراقبة العمليات الصناعية من بعد والتى تجرى فى أماكن يصعب الوصول إليها نتيجة لدرجات الحرارة العالية أو المنخفضة، وفى الأماكن المعرضة للحريق أو الانفجار أو فى الأماكن المغمورة بالماء . . . إلخ .

٣– كأجهزة استشعار مرئية لعمليات التحكم الذاتية المفتوحة والمغلقة وكذلك للقياسات وعمليات التداول مع الإنسان الآلى Robitic .

وفيما يلى أهم العناصر التى تتكون منها دوائر التليفزيون المغلقة CCTV'S

– مصادر الصور مثل : الشاشات التليفزيونية Monitors

– أجهزة تخزين الصور مثل : أجهزة تسجيل الفيديو VCR

– أجهزة الوصل الذاتية واليدوية Switchers

– أجهزة الاستشعار للأنظمة الأمنية مثل : الخلايا الضوئية التى تعمل عند مرور شخص غريب فى مجال عملها .

ويجب أن تكون جميع العناصر المستخدمة فى بناء دوائر التليفزيون المغلقة CCTV'S تتبع نفس المواصفات القياسية . وفيما يلى أهم أنظمة التليفزيون القياسية والعالمية :

١– نظام 625 ويستخدم فى أوروبا .

٢– نظام 875 خط ويستخدم فى نقل النصوص .

٣– نظام 1249 خط ويستخدم مع تليفزيون أشعة X .

٤_ نظام 525 خط ويستخدم فى اليابان وأمريكا.

وتصل عدد الصور المنقولة فى الثانية فى أنظمة 625, 875, 1249 خطًا إلى 100 صورة، فى حين تصل إلى 120 صورة فى نظام 525 خطًا. وفى حالات استثنائية يمكن أن تعمل أنظمة مع أخرى، ولكن هذا يحتاج لمواصفات خاصة.

وبالنسبة لشفرة الألوان فيوجد عدة أنظمة ألوان معمول بها وهم كما يلى:

١– نظام PAL ويستخدم فى ألمانيا ودول أخرى.

٢– نظام SECAM ويستخدم فى فرنسا.

٣– نظام NTSC ويستخدم فى أمريكا واليابان.

ويجب أن تكون جميع الأجهزة التى تعمل فى نظام CCTV تعمل بنفس شفرة الألوان، وإن كانت هناك حالات استثنائية تعمل بعدة أنظمة للألوان وذلك باستخدام مغيرات شفرة ألوان TransCoder للتحويل من شفرة ألوان لأخرى.

٤ / ٤ / ١ – تصميم نظام دائرة تلفزيونية مغلقة CCTV

أولاً: الكاميرات CAMERAS

عند وضع كاميرا فى العراء يجب وضعها بحيث لا تسقط أشعة الشمس المباشرة على عدسة الكاميرا خوفًا من حرق الشاشة. ويمكن تقسيم الكاميرات من حيث الاستضاءة الصغرى التى تعمل عندها إلى: كاميرات الاستضاءة العادية –المنخفضة– المنعدمة وعادة توفر الشركات المصنعة جداول خاصة لاختيار الكاميرا المناسبة تبعًا للاستضاءة الصغرى المتوقعة فى مجال الرؤية؛ علمًا بأنه توجد كاميرات تعمل عند استضاءة تصل إلى 0.1 Lux، وأيضًا توجد كاميرات تعمل عند استضاءة 0LUX، وتسمى بكاميرات تحت الحمراء Infra-red، وتستخدم للمراقبة فى الظلام الحالك وهذه الكاميرات ذات أسعار باهظة.

ويمكن تقسيم الكاميرات تبعًا لنوعية تثبيتها إلى كاميرات ثابتة وكاميرات متحركة تثبت على رأس متحرك يتحرك بزاوية °360 أفقيًا، وتسمى PAN أو رأسيًا بزاوية تصل إلى °80 وتسمى Tilt، وكلاهما يحتوى على محرك كهربى يتم التحكم فيه من بعد باستخدام وحدة سيطرة وتحكم Control unit .

وتنقسم الكاميرات من حيث نظرية عملها إلى:

كاميرا تعمل بنظرية أنبوب التفريغ الكهربى وتسمى كاميرا Vidicon tube.

كاميرا تعمل بمجس Couple charge device وهذا المجس حساس جداً للضوء القادم والمرتد من مجال الرؤية، وعادة لا يعرض لضوء الشمس حتى لا يضعف وتقل حساسيته.

وتنقسم الكاميرات من حيث نظرية عملها إلى:

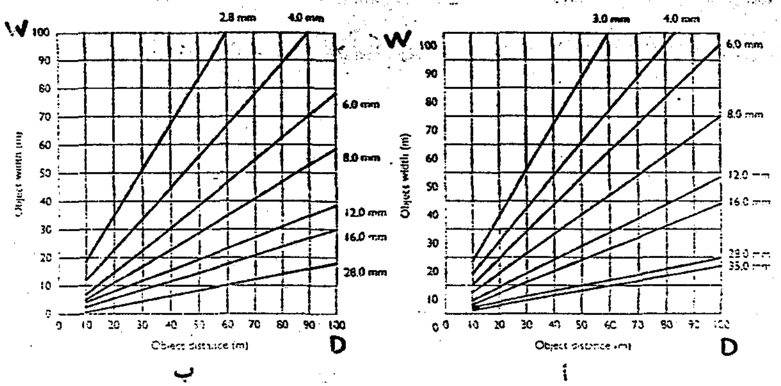
– كاميرات بعدسات ثابتة الفتحة Fixed Iris Lens حيث تكون فتحة العدسة ثابتة ولا تتغير بتغير استضاءة مجال الرؤية، وتستخدم هذه الكاميرات فى المراقبات الداخلية.

– كاميرات بعدسات متغيرة الفتحة Auto Iris Lens حيث تكون فتحة العدسة مفتوحة بالكامل عند الاستضاءة المنخفضة، فى حين تكون فتحة العدسة شبه مغلقة عند الاستضاءة العالية، وتستخدم هذه الكاميرات فى المراقبات الخارجية (فى العراء).

ويوجد مقاسات مختلفة للعدسات من حيث قطر العدسة مثل: 1/2 بوصة 1/3 بوصة، 2/3 بوصة، وكذلك من حيث البعد البؤرى للعدسة، ويتم اختيار العدسات تبعاً لظروف استضاءة المكان وأقصى عرض لمجال الرؤية W بالمتر، والمسافة بين الكاميرا والجسم المطلوب مراقبته D بالمتر.

والشكل (٤–٣١) يعرض منحنيات اختيار البعد البؤرى للعدسة تبعًا لأقصى عرض لمجال الرؤية W بالمتر، والمسافة بين الكامير أو الجسم المطلوب مراقبته D بالمتر، وذلك لعدسة قطرها 1/2 بوصة (الشكل أ)، ولعدسة قطرها 1/3 بوصة (الشكل ب)، وذلك تبعًا لتوصيات شركة فيليبس الهولندية.

فمثلاً: إذا كان أقصى عرض مجال الرؤية 50m، وكانت المسافة بين الكاميرا والجسم المطلوب مراقبته 40m، وباستخدام عدسة 1/3 بوصة فإن عدسة بعدها البؤرى 2.8 mm مناسبة لهذا الغرض.



الشكل (٤-١٣)

ثانيًا: الشاشات التلفزيونية

لاختيار الشاشة المناسبة تأخذ عدة عوامل فى الاعتبار مثل:

- مسافة الرؤية (المسافة بين الشاشة التلفزيونية والمراقبين)
- الدقة Rosolution
- الظروف البيئية.

وبمعرفة مسافة الرؤية يمكن تحديد أبعاد الشاشة التلفزيونية حيث إن طول قطر الشاشة يساوى 0.2 من مسافة الرؤية، وبخصوص دقة الشاشة فيكفى شاشات تلفزيونية تعمل بعدد 600 خط للمراقبة.

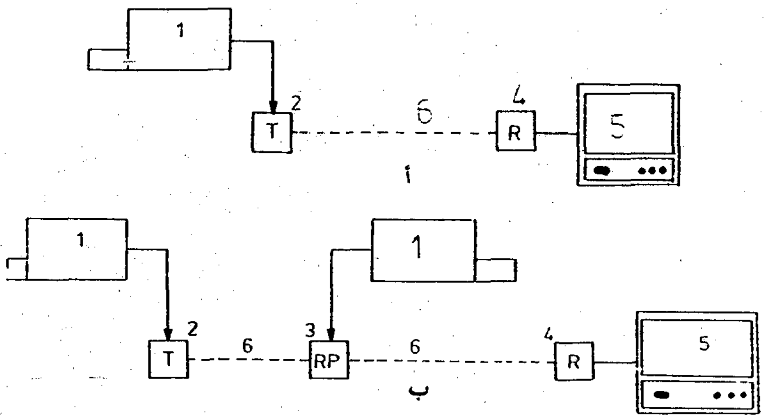
أما بخصوص الظروف البيئية فإن درجة حماية الشاشة التلفزيونية IP يجب أن تناسب المكان التى ستوضع فيه.

ثالثًا: الكابلات المحورية Coaxial Cables

تستخدم الكابلات المحورية فى الوصل بين الكاميرات والشاشات التلفزيونية، ويجب أن تكون معاوقة الخواص Characteristic Impedance لها تساوى 75Ω عند الشاشة لمنع حدوث ارتداد يؤدى لتشويه الصورة. ويجب أن تكون أطوال الكابلات المحورية أقصر ما يمكن، ويجب ألا تمر بجوار أى كابلات كهرباء.

وعندما تكون البيئة المحيطة بمستوى عالٍ من التداخلات مثل: المناطق الصناعية وخطوط السكك الحديدية والمستشفيات. ينصح باستخدام كابلات محاطة بأكثر

من شبكة معدنية. ولمنع حدوث طنين مع الصورة يمنع تأريض الشبكة المعدنية للكابلات المحورية فى أكثر من موضع، ولكن يجب تأريضها من مكان واحد فقط. ففى حالة الأنظمة البسيطة التى تتكون من كاميرا واحدة وشاشة واحدة، فإن التأريض يكون بجوار الكاميرا، فى حين يتم تأريض الكابلات المحورية فى المنتصف فى الأنظمة المعقدة، ويمكن استخدام أسلاك تليفون فى توصيل الكاميرا مع الشاشة التلفزيونية كما بالشكل (٤-١٤) وذلك عند استخدام كاميرا واحدة (الشكل أ)، وأكثر من كاميرا (الشكل ب).



الشكل (٤-١٤)

حيث إن:

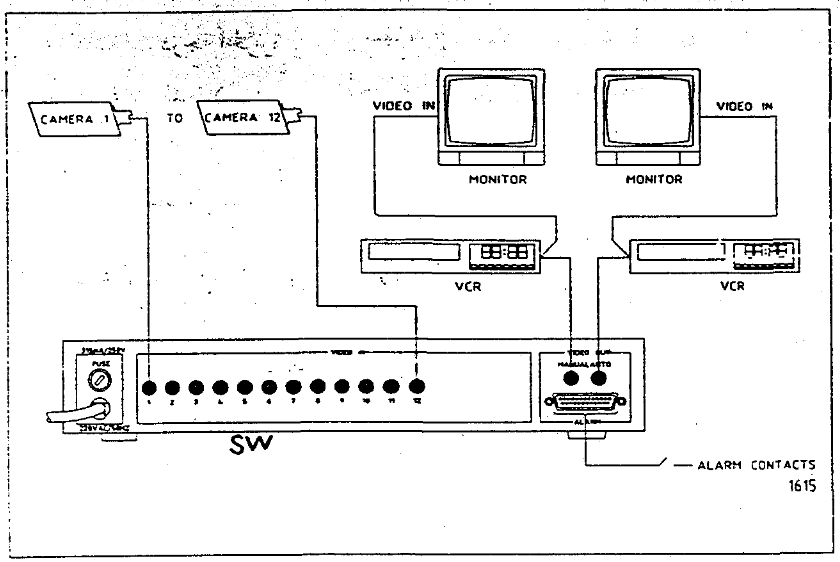
الكاميرا	1	مستقبل	4
مرسل	2	شاشة	5
مكرر	3	أسلاك تليفون بزوج من الموصلات	6

وعادة يتم تغذية الكاميرا بثلاثة كابلات، الأول للقدرة عند جهد 110V أو 220V، والثانى كابل الإشارة التلفزيونية Video sign، والثالث كابل التحكم فى رأس الكاميرا فى حالة الكاميرات ذات العدسات المتغيرة الفتحة Auto Iris lens.

رابعًا : أجهزة الوصل الذاتية واليدوية Switchers

عند استخدام عدة كاميرات مع شاشة تلفزيونية واحدة يلزم الأمر استخدام جهاز وصل Switcher، ويقوم هذا الجهاز إما بعرض الصور المستقبلة من الكاميرات بطريقة تتابعية لعرض صور الكاميرات الواحدة تلو الأخرى ويمكن ضبط زمن عرض صور كل كاميرا والذى يتراوح ما بين (3:40S).

ويوجد أجهزة وصل بعدد مختلف من القنوات تساوى 6 أو 12 أو 24 أو 36 أو 48 . وبعض أجهزة الوصل والفصل الذاتية Switchers تقوم بتقسيم شاشة التلفزيونية إلى 4 أجزاء لعرض صور 4 كاميرات فى آن واحد، أو إلى 16 جزءاً لعرض صور 16 كاميرا فى آن واحد. والشكل (٤-١٥) يعرض أحد أنظمة دوائر التلفزيون المغلقة CCTV والذى يتكون من عدد 12 كاميرا تلفزيونية، وجهاز وصل ذاتى ويدوى SW وجهازى تسجيل فيديو VCR ، وشاشتين Monitor فالشاشة الموصلة بمخرج Manual لجهاز الوصل SW تقوم بعرض صور الكاميرات بطريقة تتابعية، فى حين أن الشاشة الموصلة بمخرج Auto جهاز الوصل SW تقوم بعرض صور أحد الكاميرات تبعًا للاختيار وعند حدوث حادثة ما فى مجال رؤية أحد الكاميرات تغلق ريشة المجس الخاص بها Alarm contact، فتقوم أجهزة تسجيل الفيديو VCR بتسجيل صور هذه الحادثة وتقوم الشاشة الموصلة بمخرج Auto بعرض صور هذه الحادثة فى نفس الوقت.



الشكل (٤-١٥)

٤ / ٥ - أنظمة الإنذار بالحريق

تصدر أنظمة الحريق إنذاراً صوتياً عند حدوث حريق وذلك من أجل إخلاء المنطقة التى نشب فيها الحريق استعداداً لإطفاء الحريق، **وفيما يلى أهم المنشآت التى تحتاج لنظام إنذار بالحريق :**

١- المنشآت التى تكون إمكانية حركة الأشخاص فيها محدودة كما هو الحال فى المستشفيات ودور العجزة ورياض الأطفال .. إلخ .

٢- المنشآت التى يتواجد فيها عدد كبير من الأشخاص فى وقت واحد مثل : المدارس والفنادق والأسواق المجمعة وقاعات الاجتماعات ... إلخ .

٣- المنشآت التى يتواجد فيها أشياء ثمينة مثل : البنوك والمختبرات والمكتبات والمتاحف .

٤- المنشآت التى تحتوى على مواد قابلة للانفجار مثل : المصانع بأنواعها المختلفة .

ويتكون نظام إنذار الحريق من :

١- كاشفات الحريق وتوجد فى عدة صور مثل :

- وحدات التشغيل اليدوية .

- كاشفات درجة الحرارة .
- كاشفات الدخان .

٢- **أجهزة الإشارة مثل : جهاز الإنذار الصوتى والضوئى .**

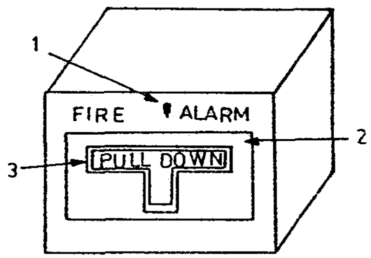
٣- **لوحات البيان عن بعد .**

٤- **أجهزة الإنذار بالحريق :** ويقوم بتحليل الإشارات القادمة من كاشفات الحريق، ومن ثم إرسال إشارة تشغيل لأجهزة الإشارة عند حدوث حريق ، وتتواجد أجهزة الإنذار بالحريق فى صورتين .

- أجهزة إنذار بالحريق من النوع المتكامل .
- أجهزة إنذار بالحريق من النوع ذو الموديولات .

٤ / ٥ / ١ – وحدات التشغيل اليدوية

ويتم تشغيلها يدوياً وذلك بكسر الغطاء الزجاجى لها وجذب يدها لأسفل ، وهذه الوحدات توضع فى مسار الخروج الطبيعى وموزعة فى المنطقة التى حمايتها ، فبمجرد اكتشاف أحد الأشخاص وجود حريق بالمبنى يقوم بكسر الغطاء لأحد وحدات التشغيل اليدوية ، ثم يجذب ذراعها لأسفل . والشكل (٤-١٦) يعرض نموذجاً لأحد وحدات التشغيل اليدوية .



الشكل (٤-١٦)

حيث إن :

1 مكان مفتاح قفل لإعادة يد وحدة التشغيل اليدوية لأعلى بعد إطفاء الحريق

2 غطاء زجاجى

3 يد تجذب لأسفل عند رؤية الحريق

٤ / ٥ / ٢- كاشفات درجة الحرارة

هى أجهزة لها ريش مفتوحة طبيعياً ، وهى تغلق ريشها المفتوحة عند زيادة

معدل ارتفاع درجة الحرارة المحيطة ، أو ارتفاع درجة الحرارة لقيمة معينة:

أولاً : عند زيادة معدل ارتفاع درجة الحرارة المحيطة

يتمدد الهواء الموجود داخل غرفة بها فتحة ضيقة لتصريف الهواء ، وعند حدوث حريق فإن معدل تمدد الهواء الموجود بداخل هذه الغرفة يكون أكبر من معدل تصريف الهواء من الفتحة الضيقة الموجودة بالغرفة .

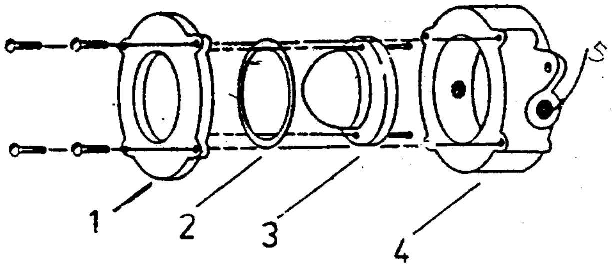
وهذا يؤدى لقيام غشاء مطاطى بهذه الغرفة بدفع ريش تلامس الكاشف لغلقها . وبمجرد انخفاض درجة الحرارة المحيطة بالكاشف تعود ريش الكاشف لوضعها الطبيعى.

ثانياً : عند وصول درجة الحرارة المحيطة لدرجة انصهار عنصرها

نظراً لأن كاشفات درجة الحرارة تحتوى على ياى موضوع فى حالة شد بفعل سلك رفيع مصنوع من مادة قابلة للانصهار . فعند ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط وصولاً لدرجة انصهار هذا السلك يعود الياى لوضعه الطبيعى ، فتصبح ريش المجس مغلقة بدلاً من مفتوحة .

والجدير بالذكر أن هذا النوع من الكاشفات لا يمكن استخدامه بعد انصهار السلك المنصهر بل يجب استبدالها ،

والشكل (٤-١٧) يعرض نموذجاً لكاشف درجة حرارة من صناعة شركة Simplex الأمريكية.



الشكل (٤-١٧)

حيث إن :

غطاء	1	قاعدة التثبيت	4
جوان مطاطى	2	فتحة دخول ماسورة أسلاك التوصيل	5
كاشف درجة الحرارة	3		

٤/٥/٣- كاشفات الدخان

تنقسم كاشفات الدخان تبعاً لنظرية عملها إلى :

– كاشفات أيونية **Ionization Smoke delector**

– كاشفات كهروضوئية

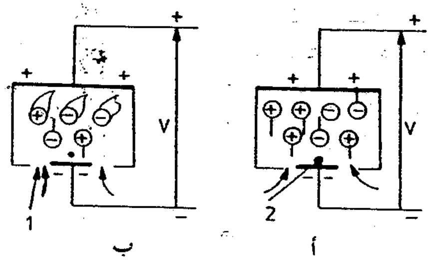
النوع الأول : الكاشفات الأيونية

وهي تحتوى على غرفة بها لوحين مشحونين كهربياً وعنصر مشع يطلق جسيمات ألفا، والتى تصطدم مع الهواء الموجود فى الفراغ بين اللوحين المعدنيين ، ويتحرر نتيجة لهذا الاصطدام الكترونيات وينتج عن ذلك تأين للهواء ، وتتجه الأيونات الموجبة (الذرات التى فقدت الكترونيات) إلى اللوح السالب ، فى حين تتجه الأيونات السالبة (الذرات التى تكتسب الكترونيات) إلى اللوح الموجب ، ويمر تيار كهربى صغير فى الدائرة ، وبمجرد حدوث حريق يدخل هذه الغرفة دخان وهو هواء محمل ببعض الجسيمات الناتجة عن الاحتراق وتلتصق هذه الجسيمات مع الأيونات فتعيق حركتها الأمر الذى يقلل من التيار المار فى الدائرة ، ويوجد بداخل هذه الكاشفات مكبر يكبر فرق الجهد بين اللوحين ويعمل على غلق ريشة الكاشف المفتوحة عند حدوث حريق . والشكل (٤-١٨) يبين فكرة عمل هذا الكاشف فى الحالة الطبيعية (الشكل أ) ، وأثناء حدوث الحريق (الشكل ب) .

حيث إن :

فتحة دخول دخان 1

عنصر مشع 2



الشكل (٤-١٨)

والشكل (٤-١٩) يعرض نموذجاً لكاشف دخان أيونى من إنتاج شركة Simplex الأمريكية.

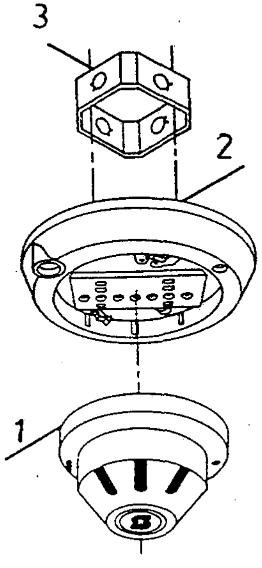
حيث إن :

كاشف دخان أيونى 1

قاعدة كاشف الدخان الأيونى 2

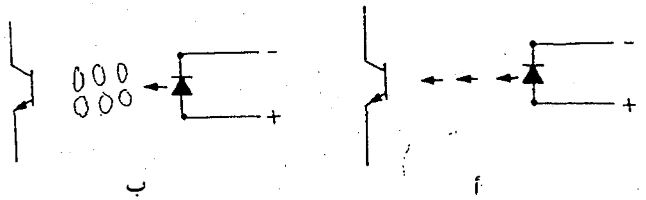
علبة توصيل كالمستخدمة مع التمديدات الكهربية 3

النوع الثانى : الكاشفات الكهروضوئية



الشكل (٤-١٩)

ويتكون من مصدر ضوئى مثل : ثنائى مشع LEDينبعث منه الضوء ، وكذلك عنصر حساس للضوء مثل : ترانزستور ضوئى Photo Transis-tor، أو ثنائى ضوئى Photo diode . ففى الوضع الطبيعى يصبح الترانزستور الضوئى كمفتاح مغلق نتيجة لسقوط أشعة ضوئية على قاعدته ، ولكن بمجرد انقطاع الشعاع الضوئى نتيجة لمرور ذرات الدخان بين الثنائى المشع والترانزستور الضوئى يتحول الترانزستور الضوئى لحالة القطع فتغلق الريشة المفتوحة للكاشف . والشكل (٤-٢٠) يبين فكرة عمل هذا النوع من الكاشفات . والشكل (أ) يبين الحالة الطبيعية للكاشف ، والشكل (ب) يبين حالة الكاشف أثناء حدوث حريق .



الشكل (٤-٢٠)

والشكل (٤-٢١) يعرض أحد نماذج كاشفات الدخان الكهروضوئية من إنتاج شركة Edwards .

حيث إن : ضاغط اختبار 1

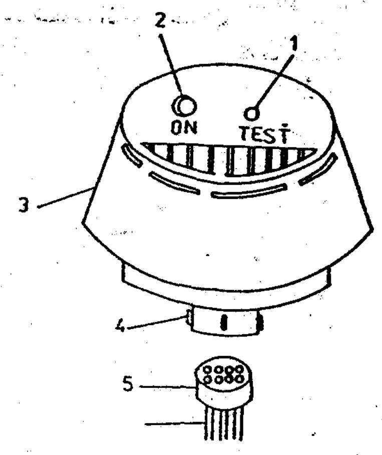
لمبة بيان تضيء عند وصول التيار الكهربى 2

غلاف بلاستيكى بداخله دائرة الكترونية 3

عنق بلاستيكى بداخله فيشة متعددة الأطراف 4

مقبس متعدد الأطراف يتم توصيله بفيشة الكاشف 5

أطراف توصيل الكاشف 6



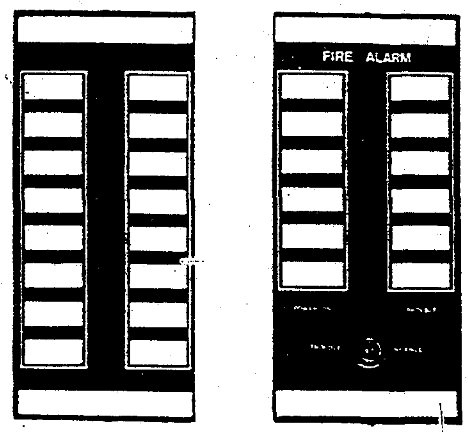
الشكل (٤-٢١)

وبصفة عامة تحتاج كاشفات الدخان لاختبارها مرة كل شهر حيث تكون مزودة بضاغط اختبار .

٤ / ٥ / ٤- لوحات البيان عن بعد وجهاز الإنذار الصوتى والضوئى

أولاً : لوحات البيان عن بعد

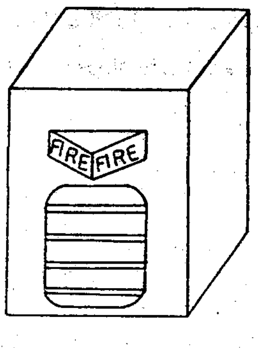
وهذه اللوحات تكون مزودة بمجموعة من لمبات البيان مكتوب على كل لمبة بيان رقم يشير إلى منطقة معينة في المنشأة التى يتم حمايتها من الحريق ، فعند إضاءة أحد اللمبات دل على وجود حريق فى المنطقة المقابلة ، وبعض هذه اللوحات تكون مزودة بمفتاح لإسكات صوت وحدة إنذار صوت (بوق إنذار) ، والبعض يكون بدون . والشكل (٤-٢٢) يعرض نموذجين لوحدات البيان عن بعد من



الشكل (٤-٢٢)

إنتاج شركة Edwards الأمريكية .

ثانياً : جهاز الإنذار الصوتى والضوئى



الشكل (٤-٢٣)

تتوفر أجهزة الإنذار الصوتى والضوئى التى تعمل عند حدوث حريق بأشكال مختلفة ، ولكنها تتفق فى لونها الأحمر وكذلك فى صوتها المميز عن أصوات الأجراس الأخرى . وتوضع هذه الأجهزة عادة في أماكن مكشوفة حتى ينتشر صوتها فى جميع الاتجاهات ، ويختلف شدة صوتها (بوحدة الديسيبل DB) تبعاً لمساحة المنطقة المستخدمة فيها . والشكل (٤-٢٣) يعرض أحد نماذج أجهزة الإنذار الصوتى والضوئى من إنتاج شركة Simplex الأمريكية ، حيث يضيء مصباح الحريق FIRE بضوء متقطع ، وكذلك يصدر البوق صوتاً متقطعاً عند حدوث الحريق . وهناك أنواع أخرى من أجهزة الإنذار تكون أجهزة إنذار صوتى فقط ، وهى لا تختلف عن الجرس التقليدى عدا فى الحجم واللون الأحمر ، ويصل شدة صوتها إلى (75 DB) .

٤ / ٥ / ٥- جهاز الإنذار بالحريق

أولاً : جهاز الإنذار بالحريق ذات الموديولات وتتكون من :

١- **موديول التحكم** : ويقوم بتحليل الإشارات القادمة من الكاشفات بأنواعها المختلفة وإرسال إشارات تشغيل لأجهزة الإنذار .

٢- **موديول الإشارة** : وهو يستقبل إشارات تشغيل الأبواق من موديل التحكم .

٣- **موديل المناطق** : ويزود هذا الموديول بموافقات بين الكاشفات المختلفة ووحدات التشغيل اليدوية مع موديل التحكم .

٤- **موديول الريلاى** : ويحتوى هذا الموديل على ريليهات إضافية لتشغيل دوائر خارجية عند حدوث الحريق مثل : لوحات البيان عن بعد وفتح الأبواب وتشغيل مضخات الحريق .

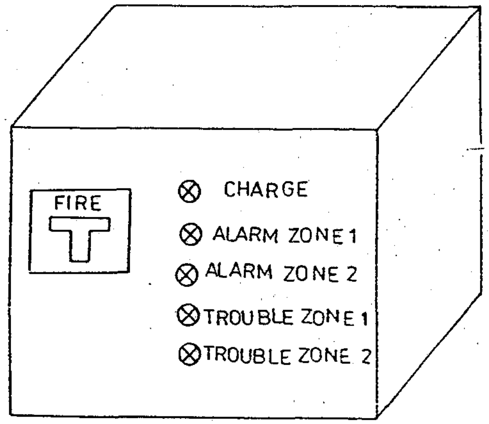
ويمتاز جهاز الإنذار بالحريق ذات الموديولات بإمكانية زيادة عدد موديولات المناطق

وموديولات الإشارة تبعاً لاحتياجات المنشأة .

ثانياً : جهاز الإنذار بالحريق المتكامل

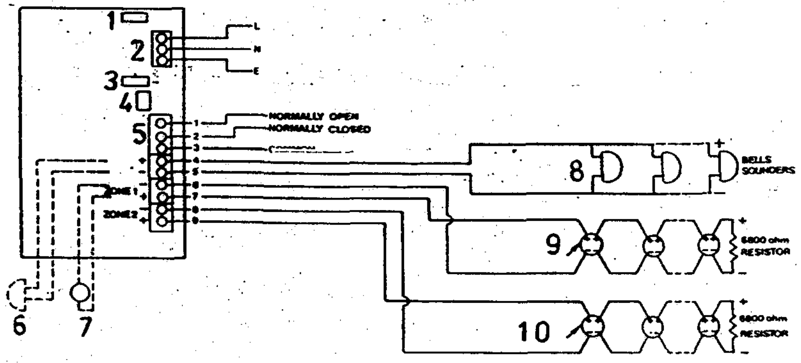
وهذا الجهاز يحتوى على جميع دوائر الموديولات الخاصة بجهاز الإنذار بالحريق ذات الموديولات وذلك فى غلاف واحد .

والشكل (٤–٢٤) يعرض نموذجاً لأحد أنظمة الإنذار بالحريق المتكاملة لمراقبة منطقتين من إنتاج شركة JSB الإنجليزية طراز Firdex 750 . علماً بأن أقصى عدد للكاشفات التى يمكن استخدامها لكل منطقة هو 20 كاشف دخان – حرارة ، فى حين أن عدد وحدات التشغيل اليدوية التى يمكن استخدامها مع كل منطقة غير محدد .



الشكل (٤–٢٤)

وأقصى تيار لوحدة الإنذار الصوتى والضوئى 1A وتعمل عند جهد 24 V ، ويزود هذا الجهاز ببطارية نيكل كادموم 3 أمبير ساعة ،أو 1 أمبير ساعة . فتختار بطارية 3 أمبير ساعة إذا كانت الفترة الزمنية المطلوب تشغيل الجهاز فيها على البطارية عند انقطاع المصدر الكهربى تساوى (3 : 2) يوم . وتختار بطارية أمبير ساعة إذا كانت الفترة الزمنية المطلوب تشغيل الجهاز فيها على البطارية عند انقطاع المصدر الكهربى تساوى (1/2:1) يوم . والشكل (٤–٢٥) يعرض مخطط توصيل هذا الجهاز مع باقى المرفقات .



الشكل (٤–٢٥)

حيث إن :

المصهر الرئيسى	1
أطراف مصدر القدرة 240 V	2
مصهر مصدر القدرة 2 A	3
مصهر البطارية	4
ريلاى إضافى بريشة مفتوحة (3-1) وبريشة مغلقة (3-2)	5
جرس داخلى تياره 0.1 A	6
وحدة استدعاء يدوى موجود على الجهاز	7
الأجراس الخارجية	8
الكاشفات / ووحدات التشغيل اليدوية لنمنطقة 1	9
الكاشفات / ووحدات التشغيل اليدوية للمنطقة 2	10

ويتميز هذا الجهاز بإمكانية تثبيته أمام العامة لعدم احتوائه على أى مفاتيح أو ضواغط على وجه الجهاز . **وفيما يلى الضواغط التى توجد داخل الجهاز بعد فتح باب الجهاز بمسامير :**

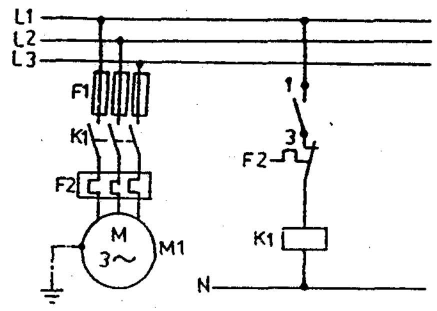
- ضاغط اختبار لاختبار النظام بصفة دورية .
- ضاغط المعرفة لإسكات الإنذار الصوتى .
- ضاغط التحرير لإعادة النظام لوضعه الطبيعى بعد إزالة أسباب الإنذار .

ويوجد على وجه الجهاز خمسة ثنائيات مشعة وهم كما يلى:

١- ثنائى لشحن البطارية	Charge
٢- ثنائى إنذار بالمنطقة 1	Alarm Zone 1
٢- ثنائى إنذار بالمنطقة 2	Alarm Zone 2
٤- ثنائى مشكلة بالمنطقة 1	Trouble Zone 1
٥- ثنائى مشكلة بالمنطقة 2	Trouble Zone 2

علماً بأن ثنائيات الإنذار تضىء عند حدوث حريق ، أما ثنائيات المشاكل فتضئ عند انقطاع التيار الكهربى ، أو وجود فتح أو قصر أو تسرب أرضى فى دائرة المنطقة .

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام الريلاى الإضافى لهذا الجهاز فى تشغيل مضخة إطفاء بالطريقة المبينة بالشكل (٤-٢٦) .



الشكل (٤-٢٦)

فبمجرد حدوث حريق تغلق الريشة المفتوحة (3-1)، فيعمل الكونتاكتور الخارجى K1 ، فيدور محرك المضخة M1 .

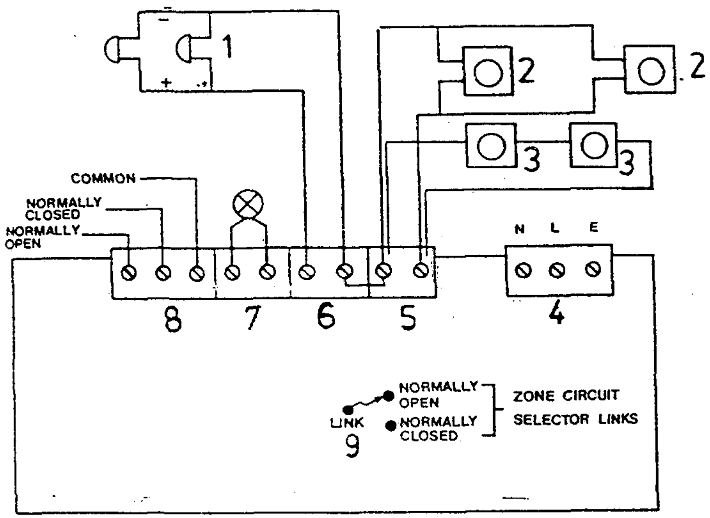
فإذا كان الحريق فى المنطقة 1 يضىء ثنائى إنذار المنطقة 1، وكذلك يعمل البوق . وعند قيام فنى الصيانة بالضغط على ضاغط المعرفة Ack ، يتوقف البوق ، فى حين

يظل ثنائى إنذار المنطقة مضيئاً إلى أن يتم إخلاء المنطقة وإطفاء الحريق ، ثم قيام فنى الصيانة بالضغط على ضاغط التحرير Reset ، فيعود النظام للحالة الطبيعية .

والشكل (٤-٢٧) يعرض مخطط توصيل نموذج آخر لجهاز إنذار بالحريق من النوع المتكامل والمستخدم لحماية منطقة واحدة من إنتاج شركة JSB الإنجليزية نوع Firdex 900. ويمتاز هذا الجهاز بإمكانية استخدام وحدات استدعاء يدوية بريش مفتوحة أو بريش مغلقة .

فعندما تكون وحدات الاستدعاء اليدوية بريش مفتوحة توصل بالتوازى معاً ، وإذا كانت بريش مغلقة توصل بالتوالى معاً وهذا مبين بالشكل نفسه .

علماً بأنه يتم تحديد نوعية الريش بمفتاح اختيار ، حيث يوضع على وضع مفتوحة طبيعياً Normally open، عندما تكون الريش مفتوحة ، فى حين يوضع على الوضع Normally close عندما تكون الريش مغلقة .



الشكل (٤-٢٧)

محتويات الشكل :

أجراس	1
وحدات استدعاء يدوية بريش مفتوحة	2
وحدات استدعاء يدوية بريش مغلقة	3
أطراف المصدر الكهربى	4
أطراف دوائر المنطقة	5
أطراف الأجراس	6
لمبة انقطاع المصدر الكهربى	7
ريلاى إضافى	8
مفتاح اختيار نوعية ريش وحدات الاستدعاء اليدوية	9

٤ / ٥ / ٦ – تصميم وتنفيذ نظام الإنذار بالحريق

عند تصميم أى نظام إنذار بالحريق يجب تقسيم المنشأة لعدة مناطق Zones وذلك من أجل سهولة معرفة مكان الحريق بسرعة مع أخذ الملاحظات التالية فى الاعتبار :

١– ألا تزيد مساحة المنطقة عن ($2000\ m^2$) متر مربع .

٢– لا تغطى المنطقة أكثر من طابق واحد **إلا** إذا كانت مساحة المنشأة أصغر من ($300\ m^2$) .

إذا كان هناك حواجز كثيرة في المنشأة يتم تقسيم المناطق على أساس مدى الرؤية بشرط ألا يزيد طول المنطقة عن 30 m .

وعند توزيع وحدات التشغيل اليدوية فى المناطق يجب أخذ الملاحظات التالية فى الاعتبار :

١– توزع وحدات التشغيل اليدوية فى مسارات الخروج فى مكان ظاهر على ارتفاع 130 cm .

٢– لا تزيد المسافة التى يقطعها الشخص لأقرب وحدة تشغيل يدوية عن 60 m .

٣–يحتاج كل طابق لوحدة تشغيل يدوية على الأقل .

وبخصوص توزيع كاشفات الحريق تأخذ الملاحظات التالية فى الاعتبار :

١– كاشف الحريق سواء كان دخاناً أو حرارة يغطى مساحة مفتوحة مقدارها $81m^2$.

٢– المسافة بين أى كاشفين لا تزيد عن 9 m .

٣– عند وجود كمرات ساقطة تعامل المساحة بين كل كمرتين ساقطتين على أنها غرفة مستقلة وتحتاج لكاشف حريق مستقل .

٤– إذا زاد ارتفاع السقف عن 9 m يجب جعل الكاشف متدلى بحيث لا تزيد المسافة بينه وبين الأرض عن 6 m .

٥– لا يزيد عدد الكاشفات فى أى منطقة عن 20 .

وبخصوص تمديدات نظام الحريق فهناك عدة ملاحظات تأخذ بعين الاعتبار :

١– استخدام موصلات نحاس بعزل PVC مساحة مقطعها $1.5\ mm^2$ ممدة فى مواسير من الصلب المجلفن .

٢– أن يكون فقد الجهد فى تمديدات إنذار الحريق لا تتجاوز 0.5 V ويمكن التأكد من ذلك باستخدام المعادلة4.1 .

$$A = 4I\rho L \quad mm^2 \rightarrow 4.1$$

حيث إن :

شدة التيار المار	I
المقاومة النوعية وتساوى 0.0178 للنحاس ، 0.0294 للألومنيوم	ρ
طول السلك بالمتر	L

مثال :

إذا كان بوق إنذار صوتى سعته 24 VA ، ويعمل عند جهد 24 V ، فإذا كان طول الموصل المستخدم لتوصيل التيار الكهربى للبوق من جهاز الإنذار يساوى 30 m .

لذلك فإن شدة التيار المار يساوى

$$P = IU$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{24}{24} = 1\ A$$

وباستخدام المعادلة لتعين مساحة مقطع موصلات النحاس اللازمة

$$A = 4 \times 1 \times 0.0178 \times 30 = 2.1\ mm^2$$

لذلك يستخدم موصل نحاس بعزل PVC مساحة مقطعة $2.5\ mm^2$.

٤ / ٦- إضاءة الطوارئ Emergency lighting

يمكن تعريف إضاءة الطوارئ بأنها الإضاءة التى تعمل عند انقطاع التيار الكهربى وهى تستخدم كإضاءة احتياطية أو إضاءة أمنية أو إضاءة إخلاء المبانى عند حدوث حريق . وجميع أنظمة إضاءة الطوارئ تستخدم بطاريات ثانوية يتم شحنها أثناء وجود التيار الكهربى واستخدامها فى إضاءة الطوارئ عند انقطاع التيار الكهربى .

وفيما يلى أهم المصطلحات الفنية المستخدمة فى إضاءة الطوارئ:

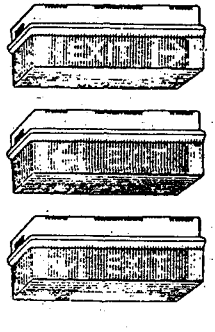
١- وحدة العاكس المركزى Central Inverter

وهى وحدة تغذية وحدات إضاءة الطوارئ أثناء انقطاع التيار الكهربى ، وعادة فإن جهد وتردد وشكل موجة التيار الكهربى للعاكس المركزى تختلف عن مثيلتها للمصدر الكهربى الأساسى .

٢- النظام المركزى Central System

هو النظام الذى يشتمل على مجموعة من البطاريات لتغذية مجموعة من وحدات إضاءة الطوارئ ، وفى معظم الأحيان تكون لجميع وحدات الإضاءة بمبنى أو لدائرة كاملة بالمبنى .

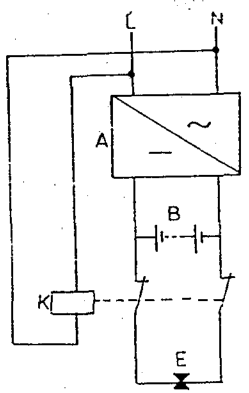
٣- إشارة خروج Emergeny Exit



وهى وحدة إضاءة طوارئ علبة أحد رموز الخروج بالإنجليزية مثل : E أو Exit، أو Emergeny Exit ، أو، بالعربية مثل: خروج أو أسهم تشير لاتجاه الخروج . والشكل (٤-٢٨) يعرض ثلاثة نماذج مختلفة لوحدات إضاءة طوارئ تستخدم فى أغراض إخلاء المبانى .

الشكل (٤-٢٨)

والشكل (٤-٢٩) يبين دائرة وحدة إضاءة الإخلاء (الخروج) ، فبمجرد انقطاع التيار الكهربى تصبح ريش الكونتاكتور K مغلقة فتتغذى وحدة إضاءة الإخلاء E من البطاريات B ، علماً بأن الدائرة الألكترونية تقوم بشحن البطاريات أثناء تواجد المصدر الكهربى الأساسى .



الشكل (٤-٢٩)

٤- وحدات الإضاءة الدائمة Maintained Luminaire

وهذه الوحدات تعمل بصفة مستديمة . والشكل (٤-٣٠) يبين فكرة عملها . حيث يتم تغذية وحدات الإضاءة الدائمة من محول خفض أثناء وجود التيار

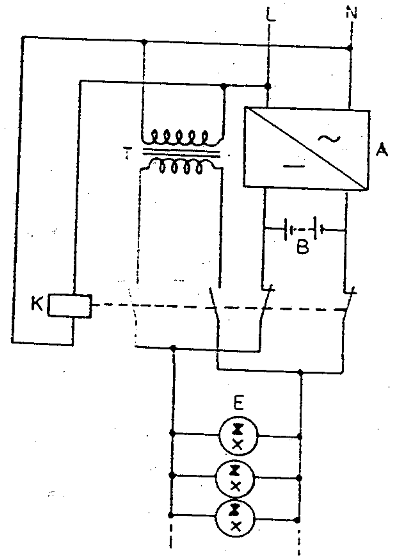
الكهربى ، وعند إنقطاع التيار الكهربى يتم تغذية وحدات الإضاءة الدائمة من البطاريات B .

٥- زمن إعادة الشحن Recharge time

هو الزمن اللازم لشحن البطارية استعداداً لتشغيل وحدات إضاءة الطوارئ عند انقطاع التيار الكهربى .

٦- وحدات إضاءة الطوارئ المتكاملة Self Contained Luminaire

وتحتوى هذه الوحدات على البطارية B، ودائرة الشحن اللازمة لتشغيل البطارية عند وجود التيار الكهربى A ، وريلاى الانتقال الأتوماتيكى K .



الشكل (٤-٣٠)

٧ - موديول التحكم الداخلى Self Contained Module

وهذا الموديول يشتمل على العناصر الضرورية لتشغيل مصابيح الطوارئ ويتكون من دائرة شحن البطارية A – وحدة كبح Ballast – ريلاى انتقال أتوماتيكى K .

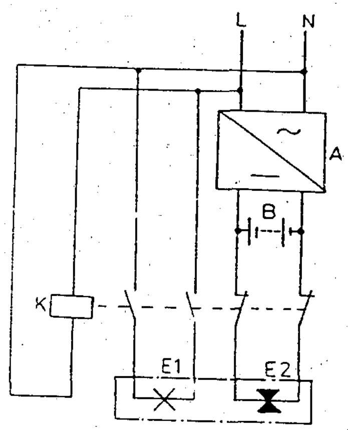
٨ - الإضاءة الاحتياطية Standby lighting

هى جزء من إضاءة الطوارئ المخصصة لتوفير الإضاءة اللازمة عند انقطاع التيار الكهربي لاستمرارية الحياة الطبيعية فى المنشأة .

٩- وحدات الإضاءة الدائمة بنوعين من المصابيح Sustained luminaire

وهذه الوحدات تحتوى على نوعين من المصابيح أحدهما : يعمل من المصدر الكهربى الأساسى، والثانى : يعمل عند انقطاع التيار الكهربى الأساسى وذلك من البطاريات .

والشكل (٤-٣١) يوضح فكرة عمل وحدات الإضاءة الدائمة ذات النوعين من المصابيح، فأثناء وجود التيار الكهربى يعمل المصباح E1، وعند انقطاع التيار الكهربى يعمل المصباح E2 من البطاريات B . وأثناء وجود التيار الكهربى يتم شحن البطاريات B بواسطة دائرة الشحن الالكترونية A .



(الشكل ٤-٣١)

والجدير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع من أنظمة الطوارئ وهى كما يلى :

١ – نظام النقطة الواحدة .

٢ – النظام المركزى الكبير .

٣– النظام المركزى الصغير .

٤ / ٦ / ١ – نظام النقطة الواحدة

ويستخدم هذا النظام مجموعة وحدات إضاءة طوارئ متكاملة، وتتراوح قدرات مصابيح هذه الوحدات ما بين 2.4W:125W .

مميزات هذا النظام :

١ – سهل في التركيب .

٢ – لايحتاج لصيانة .

٣ – أقصى خسارة تحدث فيه هو تلف وحدة إضاءة أو تغييرها .

عيوب هذا النظام :

١ – ارتفاع سعر وحدة الإضاءة المتكاملة .

٢ – تتأثر بدرجات الحرارة العالية .

٣ – البطارية لها عمر محدد وتغير مرة على الأقل كل خمس سنوات .

وعادة تكون وحدات الإضاءة المتكاملة مزودة ببطاريات نيكل كادميوم مصممة لتعمل عند درجة 45°C، وهناك أنواع مصممة للعمل فى درجات حرارة تصل إلى 65°C، وعادة تزود هذه الوحدات بثنائي يضيء عند وجود مصدر القدرة الأساسي .

والجدير بالذكر أنه ينصح بتوصيل وحدات الإضاءة المتكاملة مع نفس القاطع المستخدم مع وحدات الإضاءة الأساسية .

فى حين ينصح بتوصيل وحدات الإضاءة الدائمة والمتكاملة من قاطع مستقل .

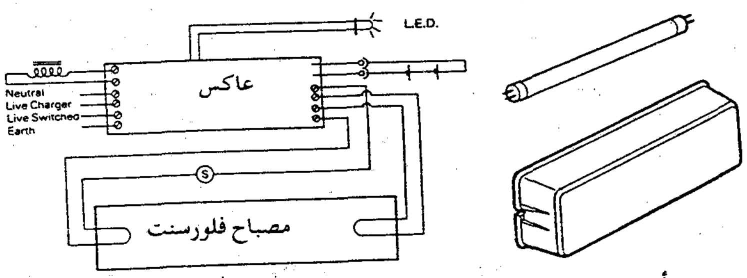
والجدول (٤–٢) يعرض الخواص الفنية لبعض وحدات الإضاءة المتكاملة المنتجة بشركة JSB الإنجليزية .

الجدول (٤–٢)

رقم الكتالوج	ساعات التشغيل	مصباح طوارئ	مصباح رئيسي	الفيض الضوئى Lm	المسافة على ارتفاع 2.5m	
					0.2 Lux	0.5 Lux
AF8/1	1	8W(FL)	-	252	11m	8m
AF38/3	3	8W(FL)	2x8W(FL)	252	11m	8m
AF28/3	3	8W(FL)	8W (FL)	252	11m	8m

ويلاحظ من هذا الجدول أن وحدة الإضاءة المتكاملة AF8/1 تحتوى على مصباح طوارئ قدرته 8W نوعه فلورسنت (FL)، ولاتحتوى على مصباح رئيسي وقيمة الفيض الضوئى لمصباح الطوارئ 252Lm والمسافة بين وحدتى إضاءة من نفس النوع AF8/1 للحصول على استضاءة 0.2Lux هى 11m، وللحصول على استضاءة 0.5Lux هى 8m .

كما يلاحظ أن وحدتى الإضاءة AF38/3، AF28/3 كلاهما يحتوى على مصباح طوارئ ومصباح رئيسي؛ ذلك لأن هاتين الوحدتين دائمتى الإضاءة . والشكل (٤–٣٢) يعرض نموذجاً لوحدة إضاءة متكاملة مع مصباحه (الشكل أ) ودائرتها (الشكل ب) .



(الشكل ٤–٣٢)

٤ / ٦ / ٢ – النظام المركزى الكبير

يتكون هذا النظام من مجموعة بطاريات سعتها تتراوح ما بين عشرة إلى عدة مئات أمبير ساعة، ويتم شحنها بنظام شحن معد لذلك، ويوضع هذا النظام إما داخل لوحة يمكن تثبيتها مباشرة على الحائط (القدرات الصغيرة)، أو داخل غرفة كاملة (القدرات الكبيرة) .

مميزات هذا النظام :

١ – تكلفة صغيرة لكل وات من البطاريات .

٢ – تحكم دقيق فى شحن البطاريات .

٣ – إمكانيات عالية فى الإضاءة .

٤ – عمر طويل للبطاريات .

٥ – لا تؤثر درجات الحرارة العالية على هذا النظام.

٦ – يمكن بسهولة عمل وحدات إضاءة دائمة.

عيوب هذا النظام:

١ – تكلفة تمديد عالية، فهو يحتاج لدوائر مستقلة لتغذية وحدات الإضاءة الخاصة به.

٢– البطاريات تحتاج لصيانة وتلفها يوقف النظام بأكمله.

٣ – يحتاج لمساحة كافية للتهوية مع استخدام نظام تهوية صناعي مثل: مراوح الشفط.

تهوية النظام المركزى الكبير:–

جميع البطاريات من نوع النيكل كادميوم تولد هيدروجين وأكسجين أثناء الشحن؛ فإذا لم يكن الحيز الموضوع فيه البطاريات كافياً للتهوية باستمرار، فإن الغازات المتولدة تكون خليطا من الغازات المشتعلة، وهذا يشكل خطورة الحريق إذا لم يتم سحب هذا الخليط باستمرار بواسطة مروحة شفط فالمعادلة 4.2 تعطى سعة مروحة الشفط بوحدة اللتر/ ساعة.

$$V= 55\ nK\ AH \rightarrow 4.2$$

حيث إن:

حجم الهواء المسحوب فى الساعة	V
عدد الخلايا المطلوب شحنها	n
ثابت يعتمد على أقصى جهد للخلية عند شحنها	K
السعة الكلية بالأمبير ساعة	AH

والجدول (٤–٣) يعطى قيم الثابت K عند قيم مختلفة لجهود الخلايا

الجدول (٤–٣)

K	1/100	2/100	4/100
جهد الخلية الحمضية النهائى	2.23	2.4	-
جهد الخلية القلوية النهائى	1.4	-	1.55

مثال: بطاريات حمضية سعتها الكلية 250Ah تتكون من 12 خلية وجهد الخلية عند الشحن الكامل 2.23. فما هي سعة المروحة المطلوبة للتهوية.

من الجدول (٤–٣) فإن:

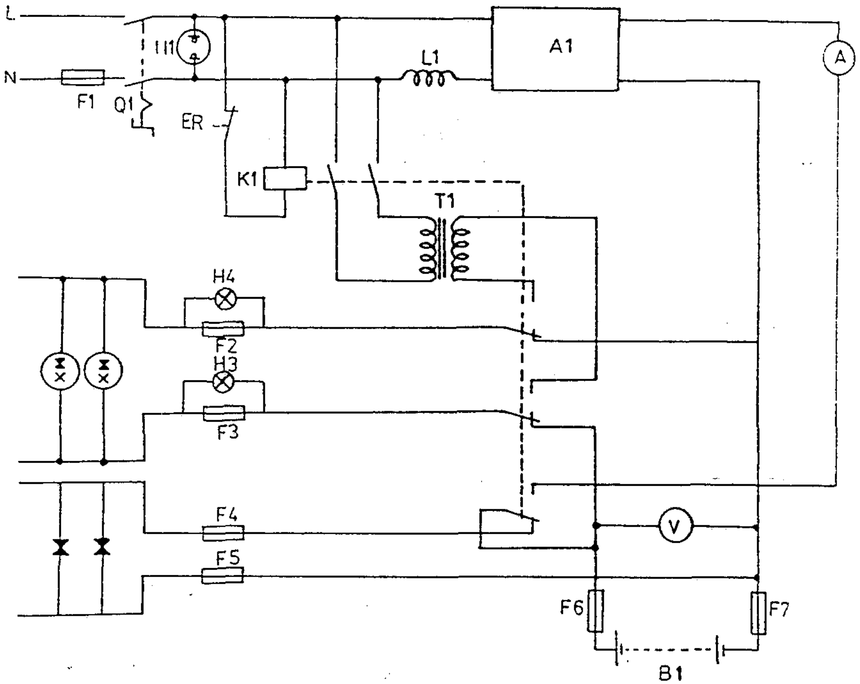
$$K = 1/100$$

وبالتالى فإن معدل تدفق المروحة المطلوبة يساوى:

$$V = 55 \times 12 \times \frac{1}{100} \times 250$$

$$= 1650\ (L/hr)$$

والشكل (٤–٣٣) يعرض مخطط أحد أنظمة البطاريات المركزية.



(الشكل ٤–٣٣)

حيث إن:

المصهر الرئيسى.	F1
مصهرات حماية دائرة الإضاءة الدائمة.	F2,F3

مصهرات حماية دائرة الإضاءة غير الدائمة	F4,F5
مصرات دائرة شحن البطاريات .	F6,F7
لمبة بيان المصدر الكهربى.	H1
جهاز أميتر لقياس تيار الشحن.	A
جهاز فولتميتر لقياس جهد البطاريات	V
ملف خانق	L1
محول دائرة الإضاءة الدائمة .	T1
الكونتاكتور الرئيسى الخاص بانقطاع المصدر الكهربى	K
المفتاح الرئيسى .	Q1
البطاريات المركزية .	B1
ريشة من ريلاى نظام الإنذار بالحريق	FR
موديول الشحن	A1

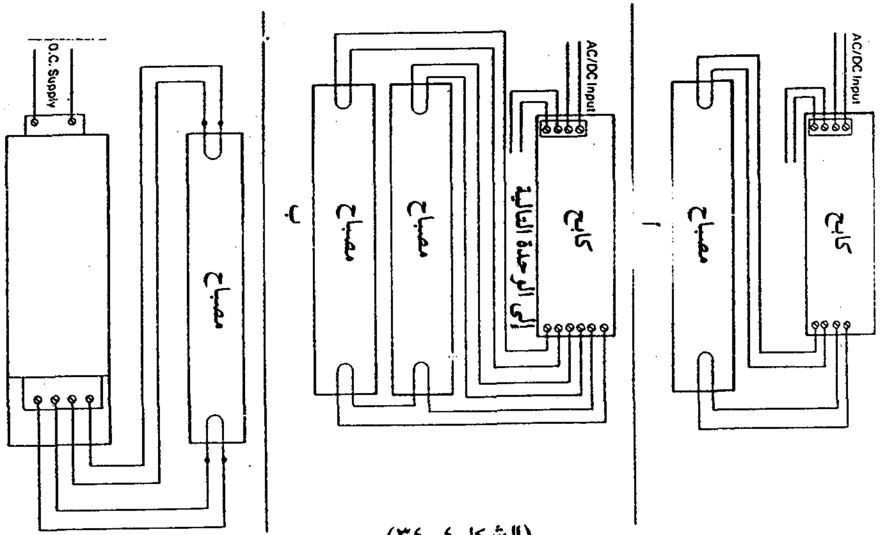
نظرية عمل النظام المركزى:

أثناء وجود التيار الكهربى يعمل الكونتاكتور K على عكس حالة ريشه فيكتمل مسار تيار المحول T1 وتكتمل دائرة شحن البطاريات B1 وتضيء وحدات الإضاءة الدائمة من المصدر الأساسى، وتقوم الدائرة الالكترونية A1 بتنظيم تيار شحن البطاريات. وعند انقطاع التيار الكهربى تعود ريش الكونتاكتور K1 لوضعها الطبيعى فينقطع مسار تيار المحول T1 وتتصل وحدات الإضاءة الدائمة وغير الدائمة بالبطاريات B1 .

وعند حدوث حريق فى المبنى يعمل الريلاى FR فيفتح ريشته المغلقة فينقطع مسار تيار الكونتاكتور K1، وتباعاً ينقطع مسار تيار المحول T1 وتتصل كل من وحدات إضاءة الطوارئ الدائمة وغير الدائمة بالبطاريات تماما مثلما حدث عند انقطاع المصدر الكهربي الأساسى.

والشكل (٤-٣٤) يعرض الدائرة الداخلية لعدة أنواع من وحدات إضاءة

الطوارئ التى تستخدم مع النظام المركزى الكبير (فالشكل أ) يعرض وحدة إضاءة توصل مع أطراف تغذية الإضادة الدائمة، (والشكل ب) يعرض وحدة إضاءة بمصباحين فلورسنت توصل مع أطراف تغذية الإضاءة الدائمة، (والشكل جـ) يعرض وحدة إضاءة بمصباح واحد توصل مع أطراف تغذية إضاءة الطوارئ.



(الشكل ٤-٣٤)

والجدير بالذكر أن بعض الجهات تفضل استخدام نظام مركزى كبير مزود بعاكس خرجه موجة مربعة يقوم بتحويل خرج البطاريات إلى جهد متردد 220V، وتردد 50HZ، أو حسب طلب الزبون وذلك من أجل:

١ - تقليل مساحة مقطع الموصلات المستخدمة.

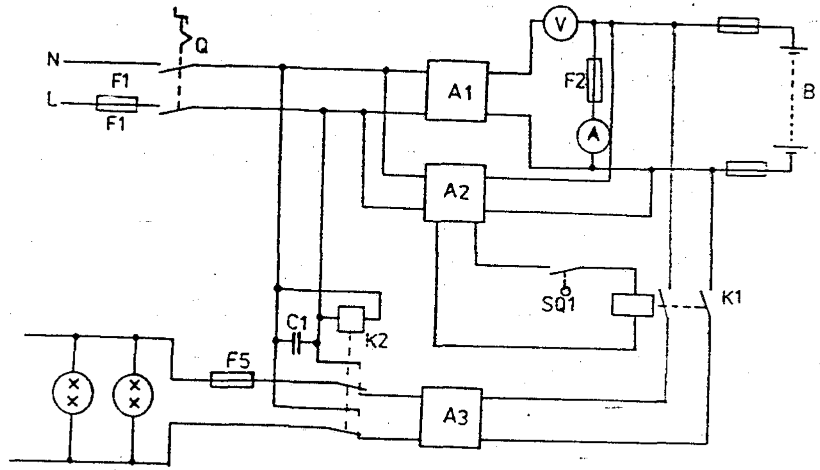
٢ - التقليل من فقد الجهد.

٣ - استخدام نفس وحدات الإضاءة العادية فى إضاءة الطوارئ. وأفضل قدرة للمصابيح الفلورسنت التى تعمل مع هذا النظام هى: 40W كإضاءة احتياطية، 8:13W كإضاءة طوارئ لممرات الإخلاء.

والشكل (٤-٣٥) يعرض الدائرة الداخلية لنظام بطاريات مركزى مزود بعاكس له خرج موجة مربعة.

حيث إن:

دائرة شحن	A1
دائرة الفصل عند انقطاع التيار الكهربى الأساسى	A2
عاكس	A3
مصهر المصدر الرئيسى	F1
مصهر حماية الفولتميتر	F2
مصهرات حماية البطاريات	F3,F4
مصهر حماية خرج العاكس	F5
مفتاح نهاية مشوار يغلق عند قفل باب النظام المركزى للبطاريات	SQ1
كونتاكتورات توصل عند وجود التيار الكهربى الأساسى والعكس صحيح	K1,K2
مكثف لتحسين معامل القدرة	C1
البطاريات المركزية	B
أميتر لقياس تيار الشحن	A
فولتميتر لقياس جهد الشحن	V



(الشكل ٤-٣٥)

نظرية التشغيل:

عند وجود التيار الكهربى الأساسى وغلق المفتاح الرئيسى Q، تقوم دائرة الشحن A1 بشحن البطاريات المركزية B، ويعمل الكونتاكتور K2 لتوصيل التيار الكهربى لوحدات الإضاءة الدائمة من المصدر الأساسى. وعند إنقطاع التيار الكهربى الأساسى تقوم الدائرة الالكترونية A2 بتشغيل الكونتاكتور K1 لتوصيل البطاريات المركزية B مع دخل العاكس A3، فيقوم العاكس بتحويل جهد البطاريات من جهد مستمر إلى جهد متردد يساوى 220V، وفى نفس الوقت يفصل الكونتاكتور K2 ليسمح بتغذية وحدات الإضاءة الدائمة من العاكس A3.

والجدير بالذكر أنه يوجد أنظمة مركزية كبيرة بعاكس قدرتها تتراوح ما بين (0.5:9KW).

٤ / ٦ / ٣ - النظام المركزى الصغير

هذا النظام هو خليط من النظامين السابقين حيث يستخدم بطاريات مركزية لتغذية وحدات إضاءة الطوارئ المجمعة فى مكان واحد، فى حين تستخدم وحدات إضاءة طوارئ متكاملة كنقاط إضاءة متناثرة. وعادة يكون بطاريات النظام المركزي الصغير من النوع المحكم الغلق الذى لاينتج عنه غازات، ويتواجد هذا بقدرات تصل إلى 360W، وتعمل عند جهد 24V، لمدة ثلاث ساعات عند انقطاع المصدر الكهربى الأساسى أو 720W، وتعمل عند جهد 24V لمدة ساعة واحدة عند انقطاع المصدر الكهربى الأساسى.

مميزات هذا النظام:

- انخفاض تكلفة شبكة التوزيع.
- منخفضة السعر ولا تحتاج لصيانة.

عيوب هذا النظام:

- عمر البطاريات يتراوح ما بين 4:7 سنوات، وينصح بتغيرها كل خمس سنوات.
- يحتاج التوزيع لكابلات خاصة.

والجدير بالذكر أن المفاضلة بين الأنظمة الثلاثة السالفة الذكر فى غاية الصعوبة، لأن لكل نظام مميزاته وعيوب.

وأهم العوامل التى تراعى عند اختيار النظام المناسب للاستخدام هو :

- عدد نقاط إضاءة الطوارئ المطلوبة.
- سعر الشراء.
- تكلفة التركيب.
- تكلفة الصيانة.

وعلى كل حال فإنه ينصح باستخدام نظام النقط المنفردة فى المنشآت التى تحتوى على عدد نقاط إضاءة، يتراوح ما بين 10:12 نقطة، وأيضاً ينصح باستخدام نظام النقط المنفردة فى الفنادق.

٤ / ٦ / ٤ - البطاريات

تنقسم البطاريات إلى نوعين وهما :

- بطاريات الرصاص الحمضية.
- بطاريات النيكل كادميوم القلوية.

أولا : بطاريات الرصاص الحمضية :

جهد الخلية المقنن هو 2V، ويصل جهد الخلية عند الشحن الكامل 2.2V، فى حين يصل جهد الخلية عند التفريغ الكامل إلى 1.8V.

وتنقسم البطاريات الحمضية إلى :

١ - بطاريات محكمة الغلق وفيما يلى أهم مميزاتها :

- لاتحتاج لصيانة وتشحن بسرعة.
- سعرها رخيص وتتوفر بسعات تصل إلى 63 أمبير ساعة.

ويعاب على البطاريات المحكمة الغلق ما يلى :

- عمرها يتراوح ما بين 7 :4 سنوات.
- يصل الفقد إلى 80% بعد 4:5 سنوات استخدام.
- تتلف إذا تركت بدون شحن، وتتلف إذا وصلت درجة الحرارة المحيطة إلى 45°C.

٢ - بطاريات مفتوحة، وتتواجد بسعات تصل إلى عدة مئات من الأمبير ساعة ويندرج تحتها الأنواع التالية :

- بطاريات بألواح أنبوبية.
- بطاريات بألواح معجونة.

والجدول (٤-٤) يعقد مقارنة بين هذه الأنواع الثلاثة.

الجدول (٤-٤)

بطاريات بألواح بلانتى	بطاريات بألواح أنبوبية	بطاريات بألواح معجونة
عمرها يصل إلى 20 سنة تقل سعتها بالتقادم رخيصة السعر صغيرة الحجم تتلف إذا تركت بدون شحن	عمرها يصل إلى 10:12 سنة تقل سعتها بالتقادم رخيصة السعر صغيرة الحجم تتلف إذا تركت بدون شحن	عمرها يصل إلى 10 سنوات تقل سعتها بالتقادم رخيصة السعر صغيرة الحجم تتلف إذا تركت بدون شحن

ثانيا : البطاريات النيكل كادميوم القلوية

جهد الخلية يساوى 1.2V، ويصل جهد الخلية عند الشحن الكامل إلى 1.4V، فى حين يصل جهد الخلية عند التفريغ الكامل إلى 1.0V.

وتنقسم بطاريات النيكل كادميوم القلوية إلى :

١ - بطاريات محكمة الغلق.

٢ - بطاريات مفتوحة.

والجدول (٤-٥) يعقد مقارنة بين هذين النوعين.

الجدول (٤-٥)

بطاريات النيكل كادميوم المحكمة الغلق	بطاريات النيكل كادميوم المفتوحة
– عمرها يتراوح ما بين 7 :4 سنوات.	– عمرها يتراوح ما بين 20:25 سنة.
– درجة الحرارة القصوى للأنواع القياسية 40°C والأنواع خاصة 65°C.	– أداء ممتاز فى مدى كبير من درجات الحرارة.
– لها عمر ثابت حتى ولو لم تشحن.	– لها عمر ثابت حتى ولو لم تشحن
– لاتحتاج لصيانة.	– لاتحتاج لصيانة
– مرتفعة السعر.	– سعرها مرة ونصف سعر بطاريات بلانتى الحمضية المكافئة لها فى السعة.
– صعوبة شحنها بسرعة.	– تحتج لنظام شحن معقد للشحن السريع.

٤ / ٦ / ٥- اختبار أنظمة إضاءة الطوارئ

يجب تخصيص شخص مسئول عن اختبار وصيانة نظام إضاءة الطوارئ فى المبنى.

والجدير بالذكر أن خطوات الصيانة الدورية والوقائية تعطى عادة من قبل الشركة المصنعة. أما بخصوص اختبار أنظمة إضاءة الطوارئ فيجب اختيار الوقت المناسب لذلك، فبخصوص أنظمة الساعة الواحدة ينصح بعمل الاختبار فى الصباح، حيث يكون باقى اليوم متاح لإعادة الشحن، فى حين أن أنظمة الثلاث ساعات ينصح بعمل اختبار لها فى نهاية يوم الخميس؛ لأن يوم الجمعة عطلة رسمية.

وفيما يلى توصيات الاختبار المطلوبة لكلٍ من نظام النقطة الواحدة ونظام البطاريات المركزية:

١- يومياً اختبر ضوء مبين الشحن.

٢ – شهرياً اختبر عمل النظام لفترة قصيرة لاتتعدى ربع زمن التشغل.

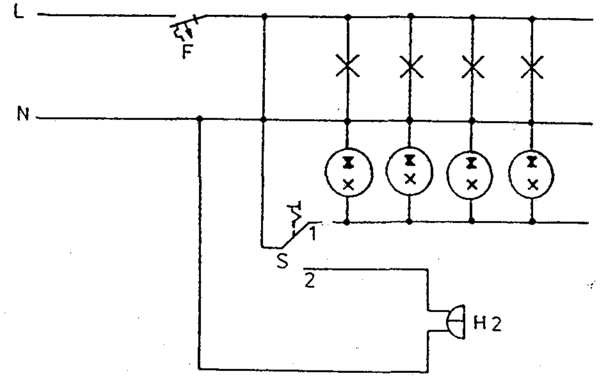
٣ – كل ستة شهور اختبر النظام لفترة زمنية كاملة.

وأثناء كل اختبار يجب التأكد من أن إضاءة الطوارئ تعطى الإضاءة المطلوبة، وعند انتهاء الاختبار تأكد من أن عملية الشحن تتم على مايرام.

وينصح عادة بإعادته اختبار النظام مرة ثانية بعد 24 ساعة، أو 40 ساعة من اختبار الشهور الستة، أو اختبار الثلاث سنوات.

والجدير بالذكر أنه ينصح بعمل اختبار على نظام البطاريات المركزة مرة كل ستة شهور مع تجنب التفريغ الكامل للبطاريات؛ لأن ذلك يقلل من عمر البطاريات، وعادة تزود أنظمة البطاريات المركزية بمفتاح وصل وفصل للمصدر الكهربى الأساسى من أجل الاختبار.

أما بخصوص أنظمة النقطة الواحدة فيمكن عمل اختبار لها بمحاكاة انقطاع التيار الكهربى عنها، ولكن هذا غير عملى، وينصح عادة باستخدام الدائرة بالشكل (٤-٣٦) من أجل عدم فصل الإضاءة الأساسية. فعند الحاجة لنظام إضاءة الطوارئ ذات النقطة الواحدة يوضع المفتاح S على وضع 2 فتضيء وحدات الإضاءة، وفى نفس الوقت يعمل الجرس الرنان للتنبيه بأن هذا الوضع ثانوى ولابد من العودة لوضع الشحن (الوضع 1) للمفتاح S1.



(الشكل ٤-٣٦)

٤ / ٧ – السنترالات الخاصة

تعتبر السنترالات الخاصة من الأشياء الضرورية لمعظم المنشآت الصناعية والتجارية والعامة، على سبيل المثال: الفنادق والمستشفيات والمصانع والمبانى الإدارية... إلخ، وذلك من أجل إجراء الاتصالات الداخلية؛ علماً بأن الاتصالات الداخلية تتم بدون

مقابل لسنترالات المدنية.

ويمكن تقسيم السنترالات الخاصة إلى:

١ـ سنترالات داخلية يدوية.

٢ـ سنترالات داخلية أتوماتيكية.

ويتراوح عدد التليفونات الداخلية فى أنظمة السنترالات الخاصة ما بين 2 تليفون إلى عدد لانهائى من التليفونات الداخلية.

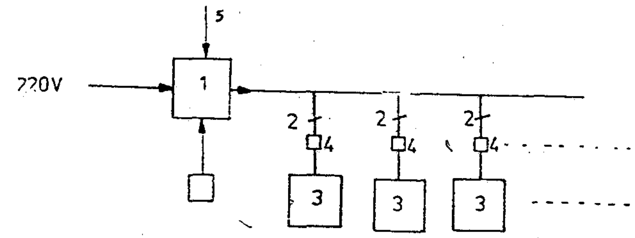
أولا: السنترالات اليدوية:

مع هذا النوع من السنترالات يتم إجراء أى اتصال خارجى بين أى تليفون داخلى بواسطة عامل التحويلة اليدوية، وهذا النوع من السنترالات نادراً ما يستخدم فى الوقت الراهن.

ثانيا: السنترالات الأتوماتكية:

مع هذا النوع من السنترالات يمكن إجراء اتصال خارجى بواسطة أى تليفون داخلى ذاتياً، حيث يتم فتح مسار الاتصال الخارجى بواسطة البدء برقم معين وليكن صفر. في حين يتم إجراء أى اتصال بين تليفون خارجى مع تليفون داخلى ينتمى لهذا السنترال المحلى إما مباشرة بضرب رقم التلفون الخارجى لهذا السنترال، ثم ضرب رقم الامتداد للتليفون الداخلى، أو من خلال عامل التحويل.

والشكل (٤-٣٧) يبين تركيب نظام سنترال داخلى أتوماتيكى بسيط.



(الشكل ٤-٣٧)

حيث إن:

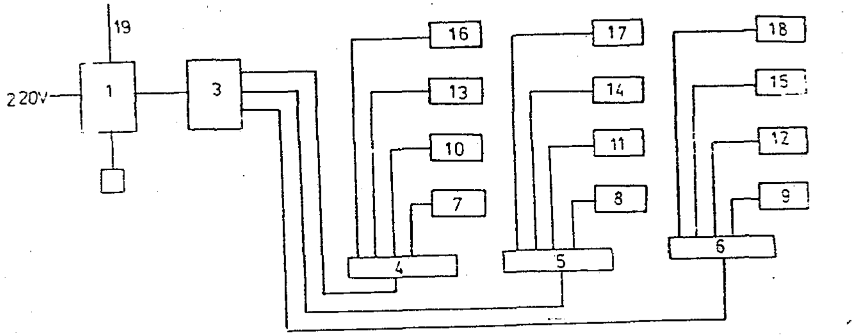
السنترال الداخلى الأتوماتيكى	1
تحويلة	2
تليفونات داخلية	3
علب توصيل	4
خطوط خارجية توصل بالسنترال المركزى للمدينة	5

والجدير بالذكر أن بعض التليفونات المستخدمة فى شبكة السنترال الداخلى تكون مزودة بإمكانية حديث بدون رفع سماعة، أو حديث بسماعة لا سلكية، وكذلك نقل أى رسالة كلامية من أى تليفون داخلى بدون رفع السماعة إلى سماعة باقى التليفونات الداخلية المنتمية للسنترال الداخلى.

وهذا الأمر يجعل من الممكن الاستغناء عن نظام الكهروصوتيات الذى كان يستخدم فى الماضى فى المبانى الإدارية والفنادق.

ونوجه القارئ إلى أن معدل التقدم فى السنترالات الداخلية سريع جداً بالحد الذى لايدع لنا الفرصة للخوض فى هذا الموضوع، ويمكن للقارئ الاطلاع على كل ما هو جديد فى هذا الموضوع من كتالوجات الشركات المصنعة للسنترالات الخاصة.

والشكل (٤-٣٨) يعرض مخطط توزيع شبكة سنترال داخلى لمجموعة مبانى كبيرة.



(الشكل ٤-٣٨)

حيث إن :

سنترال داخلى خاص	1
تحويلة	2
لوحة توزيع رئيسية	3
لوحة توزيع المبنى الأول	4
لوحة توزيع المبنى الثانى	5
لوحة توزيع المبنى الثالث	6
لوحات توزيع الأدوار الأولى فى المبانى 1,2,3	7,8,9
لوحات توزيع الأدوار الثانية فى المبانى 1,2,3	10,11,12
لوحات توزيع الأدوار الثالثة فى المبانى 1,2,3	13,14,15
لوحات توزيع الأدوار الرابعة فى المبانى 1,2,3	16,17,18
خطوط خارجية متصلة بسنترال المدينة	19

ويحتاج السنترال الداخلى لمصدر جهد مستمر 60V أو 48V أو 24V، وهذا جهد يمكن الحصول عليه من مصادر قدرة منفصلة فى حالة السنترالات الكبيرة، أو مصدر قدرة داخلى فى السنترالات الصغيرة.

وأحيانا يلزم الأمر استخدام بطاريات لإمكانية تحديث الداخلى عند انقطاع تيار الكهربى خصوصاً للأغراض الأمنية مثل الحريق.

وعادة تستخدم موصلات قطرها 0.6mm أو 0.8mm فى توصيل التليفونات مع السنترال الداخلى، ويجب ألا تقل المسافة بين خطوط التليفونات وخطوط الكهرباء عن 15Cm، وتمرر عادة أسلاك التليفونات فى مواسير PVC قطرها 20mm.

٤ / ٨ - هوائى التليفزيون

يعمل هوائى التليفزيون على نقل الموجات الكهرومغناطيسية الموجودة فى الجو والقادمة من محطات الإرسال إلى جهاز الاستقبال (جهاز التليفزيون).

والجدير بالذكر أن موضوع الهوائيات من الموضوعات المعقدة والتى تحتاج إلى دراسة عميقة، ولكننا لن ندخل فى تفاصيل عن تصميم الهوائيات، ولكن فقط عن استخدامها، **ويمكن تقسيم هوائيات الاستقبال من حيث نوعية الخدمة إلى :**

١ - هوائيات خاصة private Antenna وهذه الهوائيات تخص جهاز تليفزيون واحد.

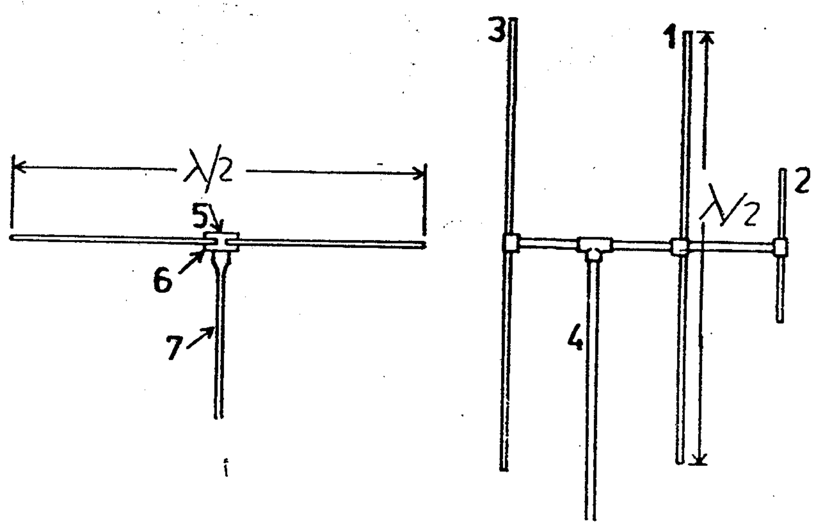
٢ - هوائيات عامة Communal Antenna وهذه الهوائيات تخص مجموعة من أجهزة التليفزيونات.

ويعد الهوائى الذى يثبت على عمود والمعروف بالهوائى الثنائى القطب Dipole من أبسط الهوائيات، وهذا الهوائى قادر على استقبال الموجات من اتجاهين، وعادة يكون طول هذا الهوائى مساوياً نصف الطول الموجى للموجة المطلوب استقبالها، فلإستقبال موجة TVI والتى طولها يتراوح ما بين (6.35 : 4.4m) يجب أن يكون طول الهوائى يتراوح ما بين (3.17 : 2.2m)، وبإضافة موجة Director وعاكس Reflector للهوائيات الثنائية القطب نحصل على هوائيات متعددة العناصر أكثر حساسية لاستقبال الموجات الكهرومغناطيسية، وأهم الموجات التى يستقبلها التليفزيون هى الموجات TVI وطولها (6.35: 4.4m)، TVIII وطولها (1.7 : 1.3m)، TVIV وطولها (0.64 : 0.48m)، TVV وطولها (0.48 : 0.38m).

والشكل (٤ - ٣٩) يعرض أبسط نموذجين للهوائيات التى تثبت على عمود مثل : الهوائى الثنائى القطب (أ)، والهوائى الثنائى القطب المتعدد العناصر (ب).

حيث إن :

هوائى ثنائى القطب	1	ثغرة هوائية 3mm	5
موجة	2	ركيزة عازلة	6
عاكس	3	كابل توصيل مقاومته 70/80Ω	7
عمود تثبيت الهوائى	4		



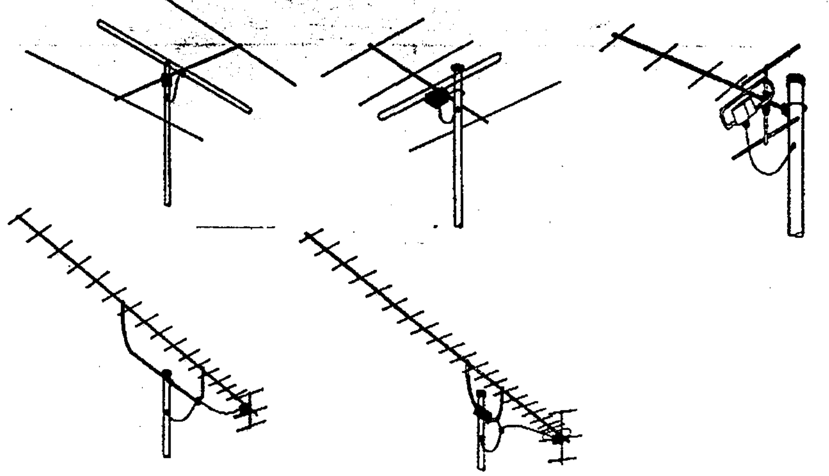
الشكل (٤ – ٣٩)

والجدير بالذكر أن الهوائى الثنائى القطب يصنع بصورة ملفوفة، ولقد لجأت الشركات المصنعة إلى زيادة حجم الهوائيات للتحسين من خواصها، بل وأوجدت أنواعاً مختلفة من الهوائيات كل منها له نطاق محدد للموجات التى يستقبلها، والشكل (٤ – ٤٠) يعرض أنواعاً مختلفة من الهوائيات المتعددة العناصر.

وتوجد عدة تعليمات تأخذ فى الاعتبار عند تثبيت الهوائيات ذات العمود فوق المنازل وهم كما يلى:

١ – أن تكون المسافة بين هوائى التليفزيون وأقرب خط هوائى للتيار الكهربى لا تقل عن 3.3m.

٢ – يجب تأريض العمود الحامل للهوائى بسلك من النحاس مساحة مقطعة $6mm^2$.



الشكل (٤ – ٤٠)

٣ – عند تثبيت مصفوفة من الهوائيات على عمود واحد يجب تحقيق الأبعاد المبينة بالشكل (٤ – ٤١).

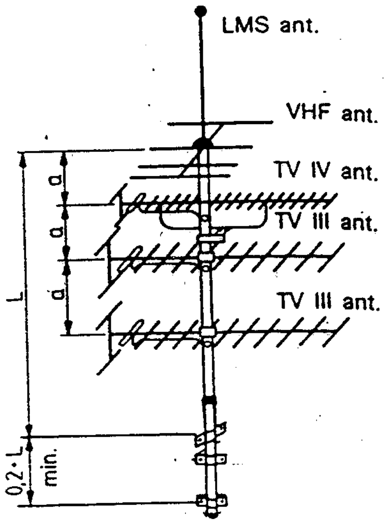
حيث إن:

a المسافة الصغرى بين الهوائيات المتجاورة

L طول العمود المثبت عليه الهوائيات

ويلاحظ أن ارتفاع الجزء الذى يتم تثبيته من العمود فى المبنى يجب ألا يقل عن 0.2L.

والجدول (٤ – ٦) يعطى قيم a لأنواع مختلفة من الهوائيات بالمتر.



الشكل (٤ – ٤١)

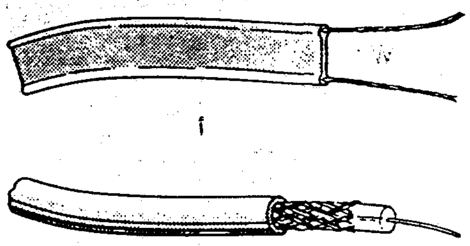
الجدول (٤ – ٦)

الهوائى الأول / الهوائى الثانى	TVI	TVIII	TVIV	TVV
TVI	2.5	1.4	0.8	0.8
TVIII	1.4	0.8	0.8	0.8
TVIV	0.8	0.8	0.6	0.5
TVV	0.8	0.8	0.5	0.5

فمثلا: المسافة بين هوائى يستقبل موجات TVIV، وهوائى يستقبل موجات TVI يجب ألا تقل عن 0.8m.

والجدير بالذكر أنه إذا كانت المنطقة التى يستخدم فيها الهوائى بها إرسال ضعيف (موجات كهرومغناطيسية ضعيفة) يمكن استخدام مكبر Amplifier للهوائى، وإذا كانت محطات الإرسال المرغوب فيها فى اتجاه مختلف عن اتجاه الهوائى يجب تغيير اتجاه الهوائى ليكون فى اتجاه محطة الإرسال المرغوب فيها، ويمكن الاستعانة بمحرك دوار يثبت عليه الهوائى، يتم التحكم فيه بوحدة تحكم موجودة فى المنشاءة لتوجيه الهوائى فى أى اتجاه مرغوب آلياً.

٤ – للوصول للأداء الأمثل للهوائى يجب أن تكون المقاومة الداخلية للهوائى والذى يعتبر كمصدر جهد مساوية معاوقة جميع التركيبات الكهربية للهوائى وصولاً لجهاز التليفزيون، وعادة تكون معاوقة الهوائيات التجارية تكون إما 75Ω أو 300Ω، وكذلك فإن الكابلات المستخدمة مع الهوائيات تكون معاوقتها 75Ω أو 300Ω وتتواجد هذه الكابلات فى صورتين، النوع المبطط ويندر استخدامها فى الوقت الراهن، والنوع المحورى. والشكل (٤ – ٤٢) يعرض شكل كابلات الهوائيات المبططة (الشكل أ) والمحورية (الشكل ب).

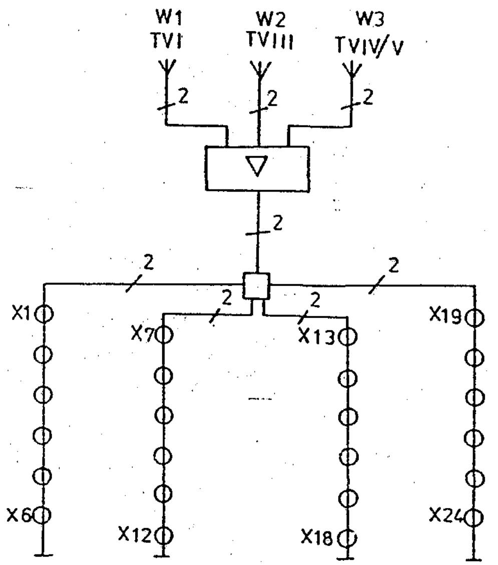


الشكل (٤ –٤٢)

٥ – عند الحاجة لتغذية أكثر من بريزة تليفزيون داخل الشقة الواحدة يلزم استخدام مكبر Amplifier.

٦ – عند استخدام مصفوفة من الهوائيات لتغذية شقة واحدة يلزم استخدام مرشح ربط Coupling filter.

ولتثبيت هوائى عام لعمارة ما يجب اختيار مكان التثبيت المناسب البعيد عن المداخن والخطوط الكهربية الهوائية. والشكل (٤ – ٤٣) يعرض هوائى عام لمنشاءة ست طوابق وبكل طابق أربع شقق.



الشكل (٤ –٤٣)

حيث إن:

هوائى لاستقبال موجات TVIV	W1
هوائى لاستقبال موجات TVIII	W2
هوائى لاستقبال موجات TVIV/V	W3
مكبر	A
علبة تفريع	B

علماً بأن برايز الهوائيات X6, X12, X18, X24 مزودة بمقاومة، وباقى البرايز بدون مقاومة (عادية)، وتمدد كابلات الهوائيات داخل مواسير PVC قطرها 20mm وصولاً للبرايز.

٤ / ٩ - أنظمة تكييف الهواء Air Condition systems

يمكن تقسيم أنظمة التكييف إلى:

١ - أنظمة تكييف مركزية.

٢ - وحدات تكييف موضعية وتنقسم إلى:

أ - وحدة تكييف شباك أو حائط Window unit.

ب - كابينة تكييف Cabinet unit.

جـ - وحدة تكييف من النوع المشقوق Split unit.

أما بخصوص أنظمة التكييف المركزية فتستخدم فى المبانى المركزية لتكييف المبنى بأكمله حتى توضع عناصر نظام التكييف المركزى فى غرفة الميكانيك Mechanical room، ويتم الربط بين نظام التكييف المركزى والغرف المختلفة بالمنشأة بواسطة مجموعة من القنوات Ducts.

والجدير بالذكر أن نظام التكييف المركزى موضوع كبير يحتاج لدراسة منفصلة، ولن نتعرض له فى هذا الكتاب، أما بخصوص وحدات التكييف الموضعية فهى تستخدم على نطاق واسع فى تكييف غرفة واحدة مثل:

غرف المكاتب والمحلات التجارية والورش وغرف الفنادق وغرف الاجتماعات والمطاعم الصغيرة وغرف المستشفيات والمختبرات.... إلخ.

وبصفة عامة فإن وحدة التكييف الموضعية تكون وحدة متكاملة وتتكون من:

- المبخر Evaporator، وهو المسئول عن تبريد الغرفة فى الصيف أو تسخين الغرفة فى الشتاء.
- المكثف Condenser، وهو المسئول عن تبريد غاز الفريون.
- الضاغط Compressor، وهو المسئول عن ضغط غاز الفريون.
- وسيلة التمدد الحرارى (أنبوبة شعرية - صمام تمدد).

والجدير بالذكر أن التسخين يتم عادة إما بعكس دورة التبريد، أو باستخدام سخان كهربى مع وحدة المكيف الموضعى، وتتوافر وحدات التكييف الموضعية بقدرات تبريد مختلفة، حيث يطلق على وحدة التبريد المستخدمة بطن تبريد Ref. Ton، وعلى كل حال فإن الطن تبريد يعادل تقريباً 1.5KW، ولمعرفة قدرة التبريد لجهاز التكييف اللازم لتكييف غرفة ما نحتاج إلى حساب حمل التبريد Cooling load، والذى يعتمد على عوامل كثيرة أهمها:

- الحرارة المنتقلة من الغلاف الجوى إلى الغرفة تبعاً لدرجة حرارة الغلاف الجوى.
- الحرارة المنتقلة من الأشخاص الموجودين بالغرفة.
- الحرارة المنتقلة من أشعة الشمس للغرفة.

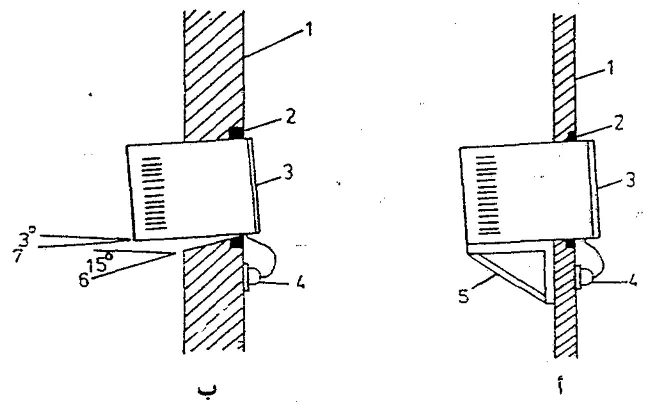
وهذا يحتاج لكثير من الحسابات ولا مجال لسردها فى هذا الكتاب، ولكن لحسن الحظ توجد طريقة تقريبية لمعرفة قدرة التبريد لأجهزة التكييف بالاستعانة بالجدول (٤ - ٧).

الجدول (٤ – ٧)

نـــوع المبنـــى	طن تبريد لكل متر مربع	وات لكل متر مربع
المكاتب الكبيرة	0.05	75
المكاتب الصغيرة	0.033	55
غرف تدريس	0.05	75
مخازن تجارية	0.054	81
غرف مرضى فى المستشفيات	0.043	65
غرف الفنادق	0.043	65
البنوك	0.054	81
الورش والمصانع	0.043	65
المساجد	0.06	90
المحلات التجارية	0.06	90
سوبر ماركت	0.043	65
غرف كمبيوتر	0.072	108
مطاعم	0.11	165

٤ / ٩ / ١ – أجهزة تكييف نوع الشباك

الشكل (٤ – ٤٤) يعرض طريقة تثبيت جهاز تكييف نوع الشباك على جدار رقيق (الشكل أ)، وعلى جدار سميك (الشكل ب).



الشكل (٤ – ٤٤)

حيث إن:

حائط	1
مانع تسرب (سليكون)	2
مكيف	3
بريزة بمفتاح	4
حامل	5
ميل °15 لمنع دخول المطر إلى الداخل	6
ميل °3 لضمان خروج ماء التكثيف إلى الخارج	7

وعند تثبيت جهاز تكييف من نوع الشباك يجب تحقق الشروط التالية:

١ – ألا يكون الجهاز موجه مباشرة على الأشخاص.

٢ – ألا يكون الجهاز فى متناول أشعة الشمس.

٣ – أن يكون الجهاز مائلاً بزاوية °3 درجات جهة الشارع لتصريف الماء المتكاثف من المكثف.

٤ – يتم تغذية الجهاز إما من بريزة بتيار مناسب مع استخدام مفاتيح تشغيل الجهاز فى التشغيل والفصل، أو يتم تغذية الجهاز من بريزة ومفتاح تشغيل وفصل إذا كان الجهاز ليس فى متناول الأشخاص، ويخصص لكل جهاز قاطع حماية تياره المقنن لا يقل عن تيار تشغيل الجهاز.

٤ / ٩ / ٢ – أجهزة التكييف من النوع المشقوق Split units

تتكون هذه الأجهزة من وحدتين، الوحدة الخارجية وتحتوى على المكثف والضاغط ووسيلة التمدد، والوحدة الداخلية، وتحتوى على المبخر ومروحة، ويتميز هذا الجهاز بأنه أقل إزعاجاً من جهاز التكييف نوع الشباك ويتواجد بقدرات أكبر.

وعادة يتم تثبيت الوحدة الخارجية إما على جدار المبنى أو بجوار المبنى فى حين تثبت الوحدة الداخلية على جدار الغرفة المطلوب تكييفها مع عدم تعدى المسافة بين الوحدة الداخلية والخارجية 7m، ويتم توصيل الفريون بين الوحدة الداخلية والخارجية بخرطوم معزول حرارياً.

الباب الخامس

تركيبات الأماكن الخاصة

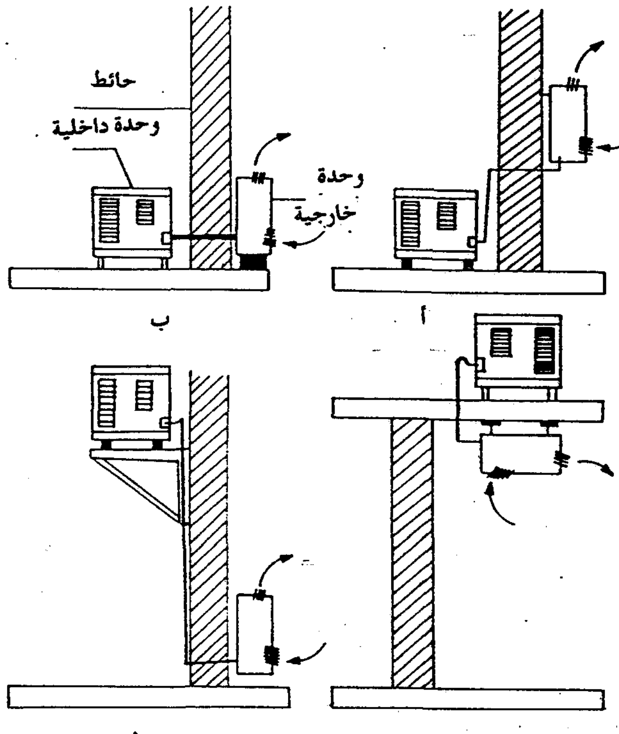
والشكل (٤ – ٤٥) يعرض طرق تثبيت جهاز تكييف من النوع المشقوق.

ففى الشكل (أ) يجب ألا تقل المسافة بين الوحدة الداخلية والحائط عن 1cm، ولا يقل الارتفاع عن الأرض عن 15cm.

وفى الشكل (ب) يجب أن يكون كلٌ من الوحدة الداخلية والخارجية فى مستوى واحد.

وفى الشكل (جـ) يجب أن تكون المسافة بين الوحدة الداخلية والحائط لا تقل عن 15cm.

وفى الشكل (د) يجب ألا يقل ارتفاع الوحدة الخارجية عن الأرض عن 4cm.



الشكل (٤ –٤٥)

تركيبات الأماكن الخاصة

٥ / ١ - مقدمة

يوجد بعض الأماكن التى تحتاج لمتطلبات خاصة فى التركيبات الكهربية، وكذلك تحتاج لنوعية خاصة من المعدات الكهربية، **ويمكن تقسيم تركيبات الأماكن الخاصة إلى:**

١ - التركيبات المؤقتة.

٢ - تركيبات الأماكن الزراعية.

٣ - التركيبات فى حمامات السباحة.

٤ - التركيبات فى الأماكن الملتهبة أو المعرضة للانفجار.

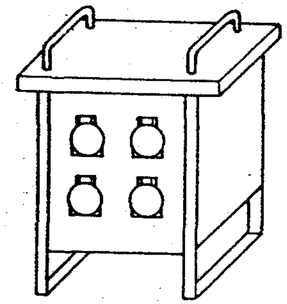
٥ - التركيبات الكهربية فى المستشفيات.

٥ / ٢ - التركيبات المؤقتة

تستخدم التركيبات المؤقتة فى المشاريع المعمارية التى مازالت تحت الإنشاء؛ حيث تحتاج هذه المشاريع لمصدر تيار كهربى للإضاءة، وكذلك لتشغيل المعدات الإنشائية المختلفة.

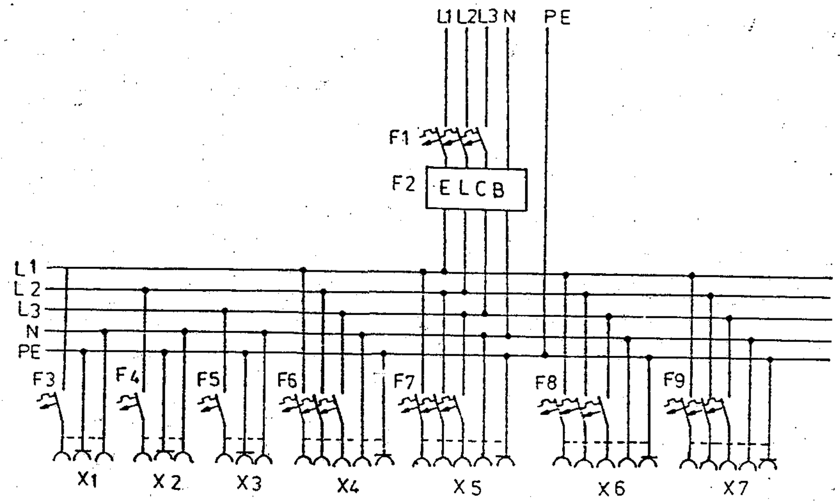
والجدير بالذكر أنه يشترط فى المعدات المستخدمة فى هذه الأماكن أن يكون لها تركيب قوى يتحمل ظروف العمل الصعبة، وحيث إن فنيى الكهرباء لا يكونون متواجدين بصفة مستديمة فى الموقع؛ لذلك يجب استخدام قواطع دائرة مصغرة لمصادر تغذية التيار الكهربى، وكذلك حماية أخرى من التسرب الأرضى، وعادة يتم تغذية لوحات مواقع العمل إما من مجموعة مولدات ديزل لمزيد من التفاصيل إرجع للجزء الرابع فى هذه الموسوعة، أو من شبكة الكهرباء المحلية، ويجب أن يكون كابل تغذية لوحات توزيع الموقع مدرعاً ومزوداً بحماية من الماء، وكذلك يجب أن تكون لوحة توزيع الموقع مغلقة. ولا يستطيع أى شخص غير مسموح له بفتحها.

والشكل (٥ – ١) يبين نموذجاً لأحد لوحات توزيع الموقع.



الشكل (٥ –١)

والشكل (٥ – ٢) يبين الدائرة الداخلية لأحد لوحات توزيع الموقع.

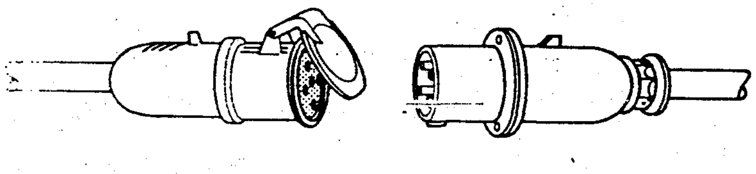


الشكل (٥ –٢)

ويلاحظ أن هذه الدائرة تحتوى على قاطع دائرة مصغر رئيسى F1، وقاطع تسرب أرضى رئيسى لحماية الأشخاص F2، وأربعة قواطع توزيع F9 : F6 لأربعة برايز CEE (برايز صناعية) ثلاثية الأوجه، وكذلك ثلاثة قواطع توزيع أحادية الوجه F3 : F5

لثلاثة برايز CEE وجه واحد.

والشكل (٥ – ٣) يعرض نموذجاً لفيشة وبريزة CEE.



الشكل (٥ –٣)

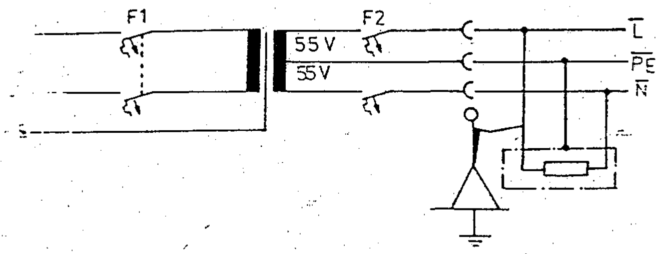
والجدير بالذكر أن لون برايز وفيش CEE يعطى بياناً عن جهد التشغيل. والجدول (٥ – ١) يبين العلاقة بين اللون وجهد التشغيل.

الجدول (٥ – ١)

اللـــــون	أســـود	أحمـــر	أزرق	أصفر	أبيض	بنفسجى
الجهد	500	380	220	110	50	25

وتتميز هذه البرايز بأنها مزودة بمجرى لإمرار دليل فى الفيشة، بحيث لا يمكن وضع فيشة CEE جهد 220V فى بريزة CEE جهد 380V والعكس بالعكس.

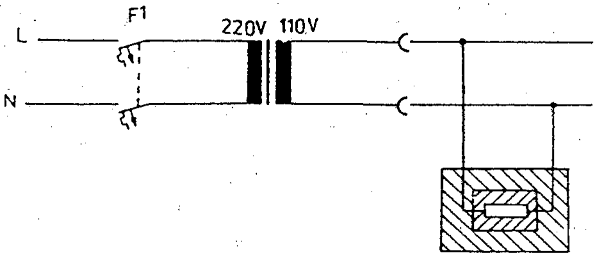
وفى بعض الأحيان ينصح بتغذية المعدات الكهربية المحمولة والمستخدمة فى الموقع مثل الدريل الكهربى من خلال محول خفض 220/110V. والشكل (٥ – ٤) يعرض دائرة تغذية المعدات المحمولة بمصدر من خلال محول خفض 220/110V.



الشكل (٥ –٤)

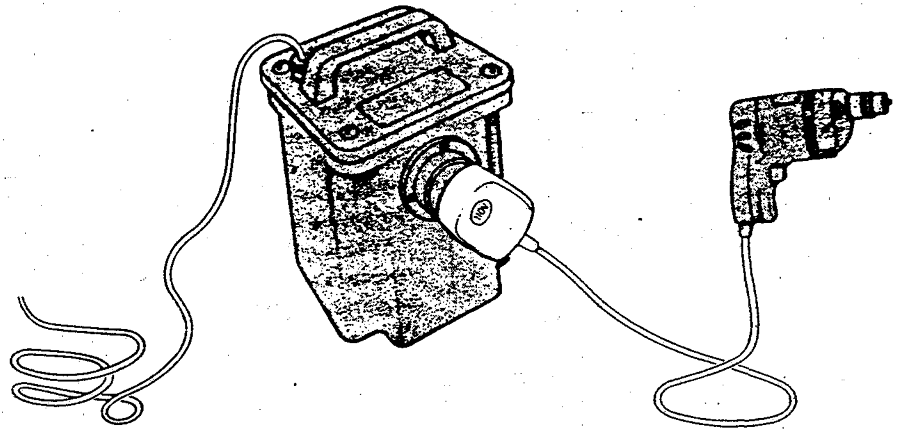
ويلاحظ أن الجهد الذى يتعرض له شخص يلامس خرج المحول مع الأرض هو 55V، وهذا الجهد آمن على الإنسان.

والشكل (٥ – ٥) يعرض دائرة أخرى مستخدمة فى خفض الجهد فى الموقع، وتستخدم هذه الدائرة مع المعدات المحمولة ذات العزل المزدوج (ارجع للكتاب الأول من الموسوعة).



الشكل (٥ –٥)

والشكل (٥ – ٦) يعرض نموذجاً للمحولات المحمولة المستخدمة فى الموقع لتغذية المعدات المحمولة :



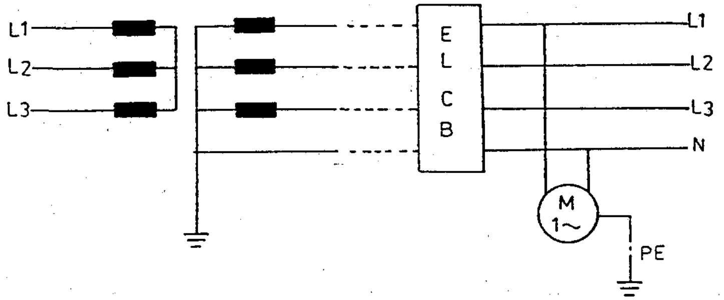
الشكل (٥ –٦)

والجدير بالذكر أن التركيبات الكهربية المحمولة يجب أن تفحص باستمرار كل ثلاثة أشهر على الأكثر.

٥ / ٣ – التركيبات فى الأماكن الزراعية

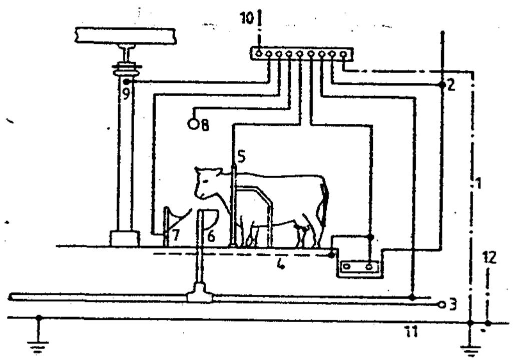
تكمن الخطورة فى الأماكن الزراعية من تأثير الرطوبة التى توجد فى الأرض والتى تزيد من احتمالية الصدمة الكهربية، سواء للإنسان أو الحيوان، وكذلك من الأبخرة المتطايرة من روث المواشى والقابلة للاشتعال، وأيضاً من ذرات التبن المتطايرة والقابلة للاشتعال، لذلك يجب مراعاة ذلك عند اختيار الأجهزة المستخدمة، ففى الأماكن الرطبة تستخدم مفاتيح وبرايز ووحدات إضاءة محكمة الغلق، وفى الأماكن المعرضة للانفجار تستخدم خامات مقاومة للانفجار، بالإضافة إلى ذلك فهناك بعض المتطلبات فى هذه الأماكن مثل :

١ – استخدام قواطع تسرب أرضى ELCB'S لحماية الإنسان والحيوان فى الأماكن الرطبة مع استخدام نظام TT بالطريقة المبينة بالشكل (٥ – ٧).



الشكل (٥ –٧)

٢ – عمل شبكة معادلة جهد Potential equalization حيث يتم توصيل جميع الأجزاء المعدنية فى المنشأة حتى شبكة حديد الخرسانة مع القطب الأرضى كما بالشكل (٥ – ٨).



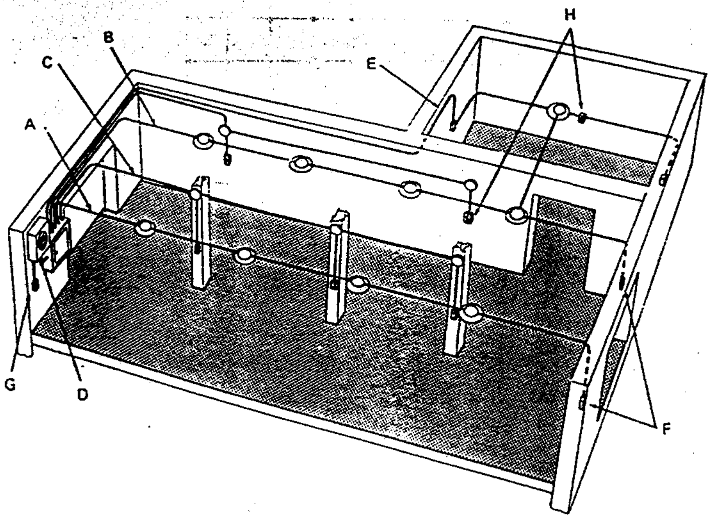
الشكل (٥ –٨)

حيث إن :

موصل الأرضى	1	حوض العنيقة	7
أرض مغطاة بلوح صاج	2	إلى ماكينة الاستحلاب	8
خطوط ماء	3	الهيكل من الصلب	9
الشبكة الخرسانية	4	موصل الوقاية PE	10
جهاز مسك الماشية	5	قطب أرضى بالأساس	11
حوض ماء	6	أرضى مانعة الصواعق	12

وبخصوص الإضاءة فتستخدم وحدات إضاءة بدرجة حماية IP54، وتزود الأماكن الزراعية مثل : حظائر المواشى والدواجن بمجموعة من مراوح التهوية، وكذلك مجموعة من الدفايات، وتغذى المراوح والدفايات من قواطع تسرب أرضى.

والشكل (٥ – ٩) يعرض نموذجاً لحظيرة مواشى.

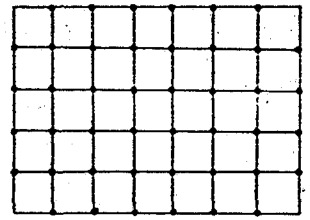


الشكل (٥ –٩)

حيث إن :

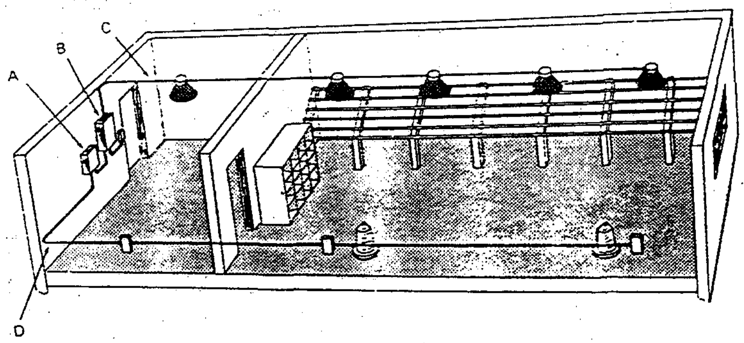
دوائر إضافية	A, B, ...
دوائر تغذية ماكينات استحلاب اللبن	C
دوائر تغذية المراوح والسخانات	D
دوائر مبردات اللبن	E

وحيث إن خطوة المواشى كبيرة، الأمر الذى يؤدى للصدمة الكهربية للحيوان من جراء أى قصر يحدث مع الأرضى نتيجة لجهد الخطوة الذى قد يتعدى 25V، ولمنع حدوث صدمة كهربية للمواشى فى هذه الحالة توضع شبكة من أسياخ الصلب فى أرضية حظائر المواشى لمعادلة الجهد، وبالتالى يصبح جهد الخطوة للحيوان فى أى لحظة يقترب من الصفر، والشكل (٥ – ١٠) يبين نموذجاً لشبكة الصلب المستخدمة فى أرضية حظائر المواشى لمعادلة الجهد.



الشكل (٥ – ١٠)

والشكل (٥ – ١١) يعرض نموذجاً لأحد مزارع الدواجن.



الشكل (٥ – ١١)

حيث إن:

لوحة العداد والمصهرات الرئيسية	A
لوحة التوزيع	B
دوائر إضاءة يمكن التحكم فى إضائتها بمخفضات إضاءة	C
أجهزة صغيرة	D

٥ / ٤ – التركيبات الكهربية فى حمامات السباحة

يوجد العديد من التركيبات الكهربية فى حمامات السباحة مثل:

١ – الإضاءة تحت سطح الماء.

٢ – نظام ضخ وترشيح الماء من الرمل والحصى.

٣ – نظام تدفئة ماء حمام السباحة.

٤ – مجموعة البرايز الموجودة بجوار الجوانب الخارجية لحمام السباحة.

٥ – نظام الإضاءة الخارجية لحمام السباحة.

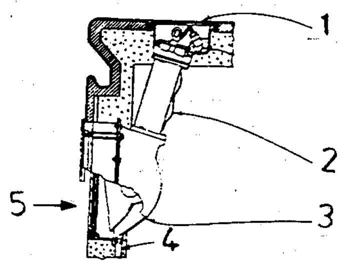
وحيث إن التركيبات الكهربية اللازمة ستتم بجوار أو داخل الماء، لذلك يوجد العديد من التوصيات عند تنفيذ هذه التركيبات، وكذلك بخصوص نوعية الأجهزة والمعدات الكهربية المستخدمة، وسوف نتناول هذه التوصيات بمزيد من التفصيل فى الفقرات التالية.

٥ / ٤ / ١ – الإضاءة تحت سطح الماء

هناك نوعان من وحدات الإضاءة المستخدمة فى الإضاءة تحت سطح الماء، النوع الأول يسمى وحدات الإضاءة تحت سطح الماء الجافة Dry - niche fixture، والشكل (٥ – ١٢) يوضح طريقة تثبيت هذا النوع من وحدات الإضاءة.

حيث إن:

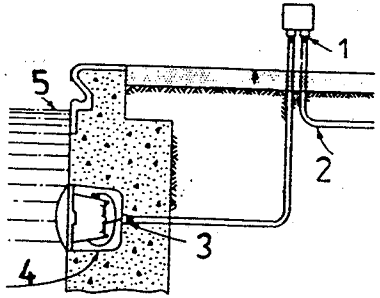
علب توصيل على سطح أرضية جانب الحمام	1
ماسورة لإمرار الموصلات لوحدات الإضاءة PVC	2
وحدة الإضاءة	3
ماسورة لتصريف الماء	4
شباك زجاجى لوحدة الإضاءة	5



الشكل (٥ – ١٢)

حيث توضع وحدة الإضاءة داخل علبة معدنية بشباك زجاجى محكم الغلق، بحيث لا يصل الماء داخل وحدة الإضاءة، وتوضع جميع توصيلات وحدة الإضاءة فى علبة توصيل خاصة بجانب الحمام.

والنوع الثانى يسمى بوحدات إضاءة مبتلة تحت سطح الماء Wet-niche. fix-ture، وهذا النوع من وحدات الإضاءة لا يحتاج لعلبة معدنية بشباك زجاجى لوحدة الإضاءة كما فى النوع الأول ، ولكنه يوضع مباشرة فى الماء بالطريقة المبينة بالشكل (٥-١٣).

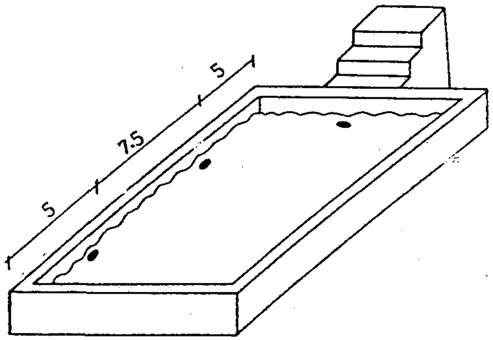


الشكل (٥-١٣)

حيث إن:

علبة توصيل على ارتفاع 10Cm من الأرض	1
ماسورة صلبة pvc أو من الصلب	2
مدخل مسنن	3
وحدة إضاءة مبتلة تحت سطح الماء	4
مستوى الماء	5

وينصح بأن تكون المسافة بين وحدة الإضاءة وأعلى مستوى الماء لحمام السباحة يساوى 45Cm ، وتكون المسافة بين كل وحدة إضاءة غامرة تحت سطح الماء، والآخر 7.5m ، وينصح بوضع وحدة إضاءة غامرة تحت سطح الماء بجوار سلم الحمام كما بالشكل (٥-١٤).

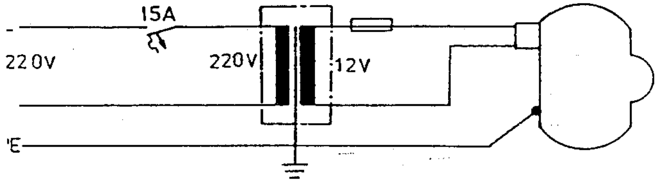


الشكل (٥-١٤)

ويوجد نظامان لتغذية وحدات الإضاءة الغامرة تحت سطح الماء:

إما بجهد تشغيل عادى 220V أو 110V ، أو باستخدام جهد منخفض يصل إلى 12V؛ علماً بأنه تتوفر وحدات إضاءة تعمل تحت سطح الماء قدرتها 300W، وتعمل عند جهد 12V؛ يتم توصيل الهيكل المعدنى لوحدة الإضاءة تحت سطح الماء بشبكة معادلة الجهد والتى سنتناولها لاحقاً.

ويجب أن تكون كلٌ من الكابلات وعلب التوصيل ووحدات الإضاءة والمحول المستخدم فى توصيلات الإضاءة الغامرة تحت سطح الماء لهم مقاومة ضد الماء. والشكل (٥-١٥) يعرض مخطط توصيل وحدة إضاءة مغمورة تحت سطح الماء من النوع المبلل تعمل عن جهد 12V .

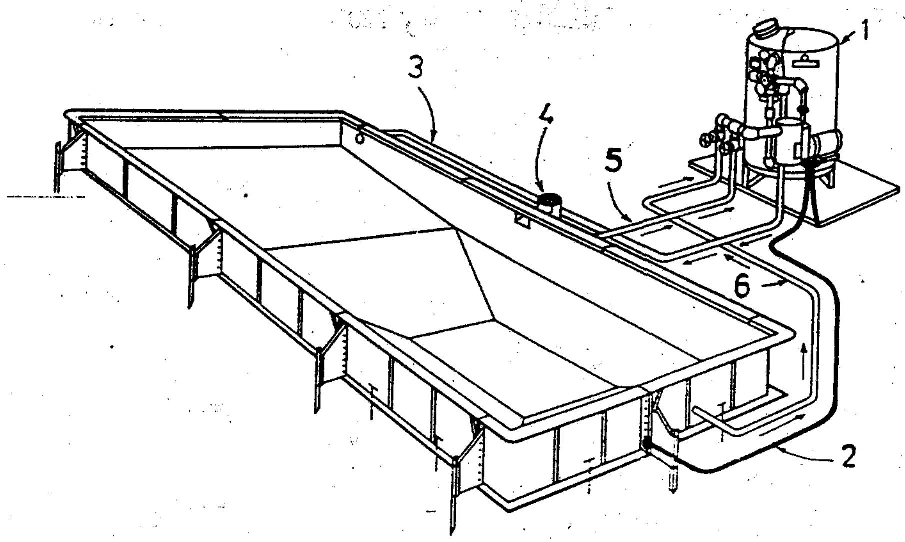


الشكل (٥-١٥)

٥ / ٤ / ٢- نظام ضخ وترشيح الماء

يقوم نظام ضخ وترشيح الماء بتنقية الماء من الأتربة والرمال العالقة به، وينصح عادة بإعادة تدوير ماء حمام السباحة لترشيحه مرة واحدة كل (8:12)ساعة ، وبحد أقصى مرة كل 18ساعة، فإذا كانت أبعاد حمام السباحة (9.6x4.8x1.5m) فإن حجم الماء بالمتر المكعب يساوى $69.1m^3$ أى يساوى 69120 لتر، وبالتالى يصبح معدل ضخ المضخة المطلوبة فى مدة 12 ساعة يساوى (5760Litre/hr) وقدرة هذه المضخة HP $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2}$ حصان).

والجدير بالذكر أنه يجب توصيل المضخة والمرشح وجميع الأجزاء المعدنية بنظام معادلة الجهد للحمام. والشكل (٥-١٦) يبين طريقة توصيل نظام الضخ وترشيح الماء بنظام معادلة الجهد للحمام.



الشكل (٥–١٦)

حيث إن :

مرشح الرمل والحصى	1
وصلة معادلة الجهد	2
ماسورة إعادة الماء للحمام	3
وحدة إزالة الرغاوى والزبد	4
ماسورة سحب الماء من مزيل الرغاوى والزبد	5
ماسورة سحب الماء من الحمام	6

وعادة يتم توصيل جميع الأجزاء المعدنية فى حوض السباحة مع الشبكة المعدنية الموجودة فى قاع الحوض لعمل نظام معادلة جهد، وذلك باستخدام موصلات نحاس مساحة مقطعها $10mm^2$.

٥ / ٤ / ٣– أنظمة تدفئة ماء حمام السباحة

تستخدم أنظمة تدفئة ماء حمام السباحة من أجل إمكانية استخدام الحمام فى

أيام الخريف، وكذلك الربيع **وتوجد ثلاثة طرق لتسخين مياه حمام السباحة وهم كما يلى:**

١– التسخين بصفائح التسخين الشمسية حيث يمرر ماء حمام السباحة بواسطة وحدة ضخ وترشيح، فترتفع درجة حرارة ماء الحمام وصولاً لدرجة الحرارة المطلوبة، وتوجد أنظمة أتوماتيكية لتنفيذ ذلك.

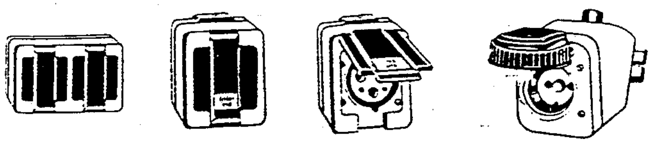
٢– التسخين بأغطية الطاقة الشمسية حيث **تطفو هذه الأغطية فى وقت النهار أثناء** عدم استخدام حمام السباحة على سطح ماء الحمام، فتنقل طاقة أشعة الشمس إلى أعماق الحمام بواسطة تيارات الحمل الحرارية الطبيعية.

٣– التسخين بالطرق التقليدية مثل : استخدام سخانات الغاز، أو سخانات زيت الديزل، أو سخانات الكهرباء. وبخصوص سخانات الغاز وسخانات زيت الديزل فلا تحتاج لتوصيلات كهربية عدا لنظام الإشعال، أما بخصوص سخانات الكهرباء والتى تصل سعتها إلى $150m^3$ تصل قدرتها إلى 30KW، لذلك فإن التسخين بالتيار الكهربى غير اقتصادى.

٥ / ٤ / ٤– مجموعة البرايز الموجودة بجوار الجوانب الخارجية للحمام

ينصح عادة بأن تكون المسافة بين البرايز الموضوعة حول حمام السباحة تساوى 3m، ويتم تغذيتها من دائرة محمية بقاطع تسرب أرضى ELCB تيار تسربه المقنن يساوى 30mA، ويجب ألا تقل المسافة بين بريزة مضخة تدوير وترشيح الماء عن 1.5m من جوانب الحمام.

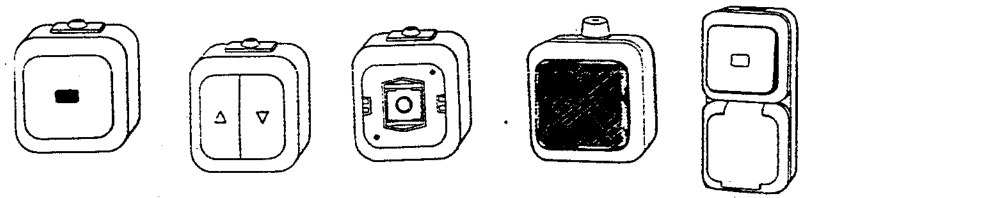
والجدير بالذكر أن المسافات السالفة الذكر لا تنطبق على البرايز المثبتة على السور الموجود بجوار حمام السباحة، كما أن البرايز المثبتة على السور لا تحتاج لتغذيتها من قاطع تسرب أرضى، ويجب أن تكون البرايز المستخدمة مقاومة للماء. والشكل (٥–١٧) يعرض عدة نماذج لبرايز بوقاية ضد الماء.



الشكل (٥–١٧)

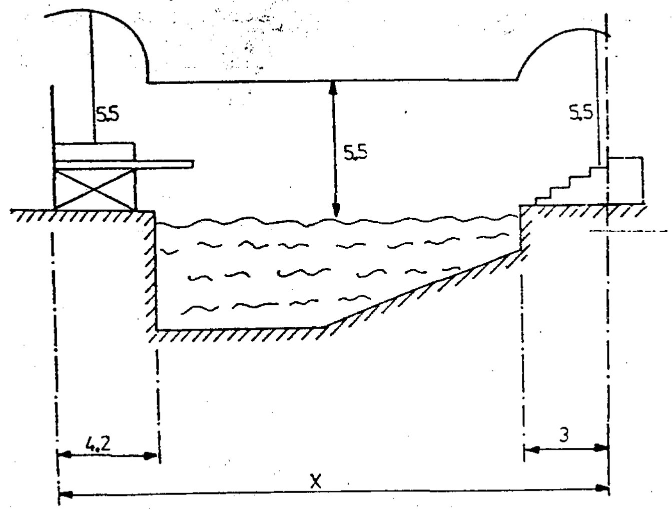
٥ / ٤ / ٥- نظام الإضاءة الخارجية لحمامات السباحة

يجب أن يكون ارتفاع وحدات الإضاءة المثبتة فوق حوض السباحة أو على جوانب الحوض بما يعادل 1.5m فى الحواف، فى حين لا يقل ارتفاعها عن سطح الماء عن 3.6m، ولا تحتاج لقاطع تسرب أرضى لحماية دائرتها. أما عند استخدام قاطع تسرب أرضى فيمكن أن يقل هذا الارتفاع إلى 2.25 m. ويشترط فى وحدات الإضاءة المستخدمة أن تكون بدرجة حماية IP 44، أما بخصوص مفاتيح الإضاءة فيجب أن تثبت على بعد لا يقل عن 1.5 m من حواف حوض السباحة، وتكون من الأنواع المعدة للاستخدام فى الأماكن الرطبة. والشكل (٥-١٨) يعرض عدة نماذج للمفاتيح المستخدمة فى الأماكن الرطبة.



الشكل (٥-١٨)

والجدير بالذكر أنه عند إمرار أسلاك هوائية بجوار حوض السباحة يجب أن تكون على ارتفاع 5.5m من سطح حمام السباحة كما بالشكل (٥-١٩)، حيث x تمثل حدود المنطقة التى يكون فيها ارتفاع السلك الهوائى عن سطح الحمام مساوياً 5.5m.



الشكل (٥-١٩)

٥ / ٥ - التركيبات الكهربية فى الأماكن المعرضة للانفجار

عند تواجد خليط من الغازات القابلة للإشتعال مع الهواء، فإن الاشتعال يحدث بمجرد تكون شرارة فى الخليط، وكذلك يحدث الانفجار عند تعرض الهواء المحمل بذرات من مواد مشتعلة لشرارة مثل: ذرات التبن فى الأماكن الزراعية. وحيث إن الشرارة قد تحدث من التركيبات الكهربية إذا لم يراع فى تركيبها مثل هذه الظروف؛ لذلك فى التركيبات فى الأماكن المعرضة للانفجار يجب أخذ كل الاحتياطات اللازمة لمثل هذه الظروف.

ويمكن تقسيم الأماكن المعرضة للانفجار حسب احتمالية تشكل الغازات المنفجرة إلى ثلاث مناطق:

١- المنطقة صفر (Zone 0): وتشمل المناطق التى يتواجد فيها الغازات القابلة للانفجار لمدة طويلة.

٢- المنطقة 1 (Zone 1): وتشتمل على المناطق التى يتواجد فيها الغازات القابلة للانفجار أحياناً.

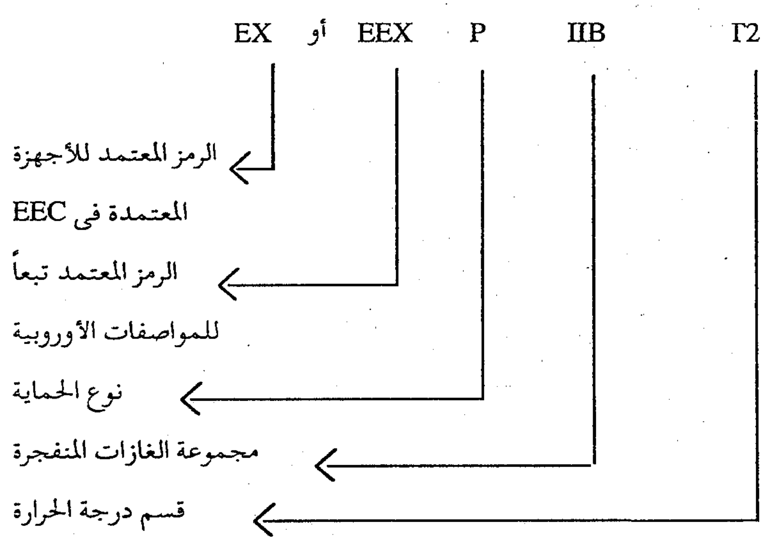
٣- المنطقة 2 (Zone 2): وتشتمل على المناطق التى يتوقع فيها تواجد الغازات القابلة للانفجار نادراً لمدة قصيرة.

ويمكن تقسيم الأماكن المعرضة للانفجار تبعاً لتكون الأتربة المشتعلة فى الهواء إلى:

١- المنطقة 10 (Zone 10): وتشتمل على المناطق التى يتواجد فيها مخلوط من الهواء مع الأتربة المشتعلة لمدة طويلة.

٢- المنطقة 11 (Zone 11): وتشتمل على المناطق التى يتواجد فيها مخلوط من الهواء مع الأتربة المشتعلة لمدة قصيرة.

وفيما يلى الرموز المستخدمة مع الأجهزة الكهربية المستخدمة فى الأماكن المعرضة للانفجار تبعا للمواصفات القياسية العالمية IEC:



والرمز التالى هو الرمز المعتمد والذى يستخدم مع المعدات المعتمدة من قبل وحدة اختبارات EEC:

٥ / ٥ / ١ - أقسام الأجهزة الكهربية تبعاً لنوعية الحماية ضد الانفجار

لقد قامت المواصفات العالمية القياسية IEC بتقسيم الأجهزة الكهربية تبعاً لنوعية الحماية ضد الانفجار إلى:

١- أغلفة بحماية ضد اللهب d: فعند حدوث انفجار بداخل أغلفة هذه الأجهزة فإن هذه الأغلفة تتحمل الضغط الناتج عن الانفجار، وتمنع انتقال هذا الانفجار إلى الحيز المحيط والذى يحتوى على غازات قابلة للاشتعال على سبيل المثال:

القواطع وأجهزة التحكم والمحركات والمحولات.

٢- أمان زائد e: وهذا النوع من الحماية يمنع ارتفاع درجة الحرارة وحدوث شرر فى داخل هذه الأجهزة قد ينتقل للخارج، ويستخدم هذا النوع من الحماية فى علب التوصيل ولوحات التحكم والمحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى ووحدات الإضاءة.

٣- أجهزة مضغوطة P: وفى هذا النوع من الحماية يسمح بإمرار غازات خاملة بصفة مستديمة داخل أغلفة هذه الأجهزة بضغط أعلى من ضغط الحيز المحيط، والذى يحتوى على خليط من الغازات المتفجرة، وهذا النوع من الحماية يستخدم فى الأجهزة الكبيرة والغرف الكبيرة.

٤- أمان ذاتى I: وهذا النوع من الحماية خاص بالأجهزة التى لا تولد شرارة كافية لإحداث انفجار فى الحيز المحيط، والذى يحتوى على خليط من الغازات المنفجرة، ويستخدم هذا النوع من الحماية مع أجهزة القياس.

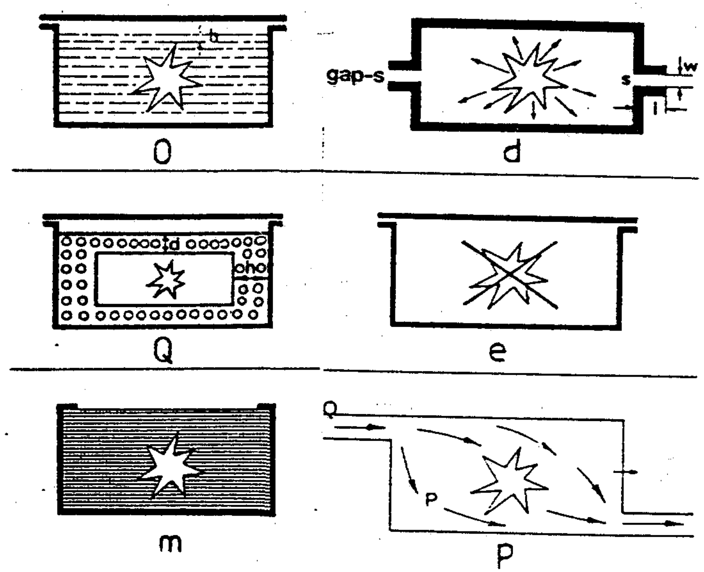
٥- غمر فى الزيت O: وهذا النوع من الحماية خاص بالمعدات المغمورة كلياً أو جزئياً فى الزيت، وبالتالى فإن الشرارة لا يمكن أن تصل إلى الحيز المحيط والقابل للانفجار والموجود فوق مستوى الزيت على سبيل المثال

المحولات.

٦- ممتلئ بمسحوق q: وهذا النوع من الحماية خاص بالمعدات الممتلئة بمسحوق يمنع انتقال الشرر إلى الحيز القابل للانفجار على سبيل المثال: المكثفات والمصهرات والدوائر الإلكترونية.

٧- القولبة m: وهذا النوع من الحماية خاص بالمعدات التى توضع العناصر المصدرة لشرر داخل قالب من مادة لا تسمح بانتقال الشرارة أو الحرارة إلى الحيز القابل للانفجار مثل: القواطع الصغيرة وأجهزة البيان وأجهزة الاستشعار.

والشكل (٥-٢٠) يعرض المخططات الوصفية لأقسام حماية الأجهزة (شركة Stahl الألمانية).



الشكل (٥-٢٠)

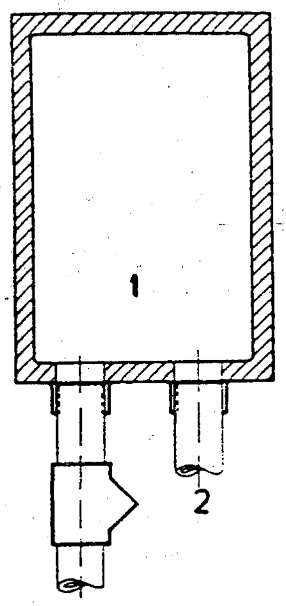
٥/٥/٢ - النظم المختلفة للتركيبات فى الأماكن المعرضة للانفجار

يوجد ثلاثة أنظمة للتركيبات الكهربية فى الأماكن المعرضة للانفجار وهم كما يلى:

- نظام المواسير.
- نظام الكابلات بمداخل غير مباشرة.
- نظام الكابلات بمداخل مباشرة.

أولاً: نظام المواسير:

يمكن القول بأن السوق الأمريكية تستخدم نظام المواسير فى التمديات فى الأماكن المعرضة للانفجار، ويسمح هذا النظام بإمرار كابلات بقلب واحد فى مواسير مغلقة مربوطة مع أغلفة الأجهزة المقاومة للانفجار؛ علماً بأن كل المواسير المستخدمة تنتمى لقسم الحماية d. ويوجد إحكام بين الأجهزة والمواسير، حيث تمنع مواد الإحكام من انتقال الشرارة من المواسير لداخل الأجهزة. والشكل (٥-٢١) يعرض مخططاً توضيحياً لهذا النظام (شركة Stahl الألمانية) حيث إن (1) المعدة، (2) المواسير.

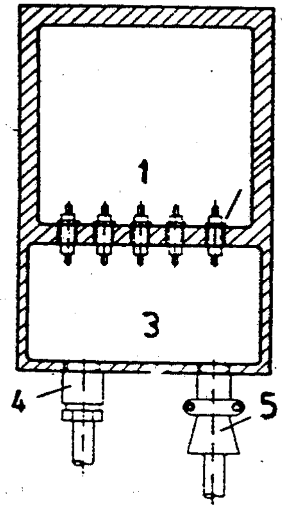


الشكل (٥-٢١)

ثانياً: نظام الكابلات بمداخل غير مباشرة:

تفضل ألمانيا وبعض الدول الأخرى هذا النظام، حيث تمرر كابلات ذات درجة عالية من الجودة ومحاطة بطبقة تتحمل ظروف العمل الصعبة إلى داخل غرفة أطراف التوصيل تنتمى لقسم حماية e وذلك من خلال جلاندات كابلات لها درجة حماية IP54، وتحتوى غرف التوصيل على أطراف توصيل محكمة Bushing، بحيث يمكن للقائم على التركيب القيام بتوصيل الكابل جهة

أطراف التوصيل الموجودة فى علبة التوصيل فقط ولا يقوم بفك المعدة ذاتها والتى تنتمى لقسم الحماية d، والشكل (٥-٢٢) يعرض المخطط التوضيحى لهذا النظام (شركة Stahl الألمانية).



الشكل (٥-٢٢)

حيث إن:

1 معدة بحماية ضد الانفجار

2 أطراف توصيل محكمة

3 غرفة أطراف توصيل

4 جلاند كابل للكابلات الثابتة

5 جلاند كابل للأجهزة المحمولة

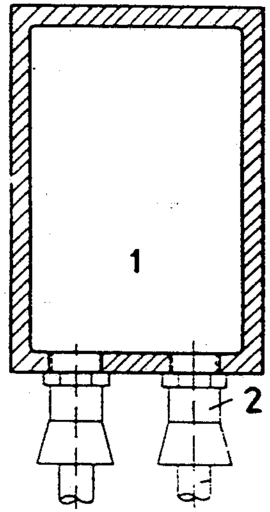
ثالثاً: نظام الكابلات بمداخل مباشرة:

وتفضل إنجلترا هذا النظام بشرط أن يتم التوصيل مباشرة وذلك باستخدام كابلات وجلاندات كابلات ينتميا لقسم الحماية d، وكذلك معدات لها قسم حماية d، وتستخدم مادة Neoprene عند مداخل الكابلات، وهذا فقط فى حالة مفاتيح التحكم التى تعمل بطريقة لحظية كما هو مبين بالشكل (٥-٢٣) (شركة Stahl الألمانية).

حيث إن:

1 معدة بحماية ضد الانفجار

2 جلاند بحماية ضد الانفجار



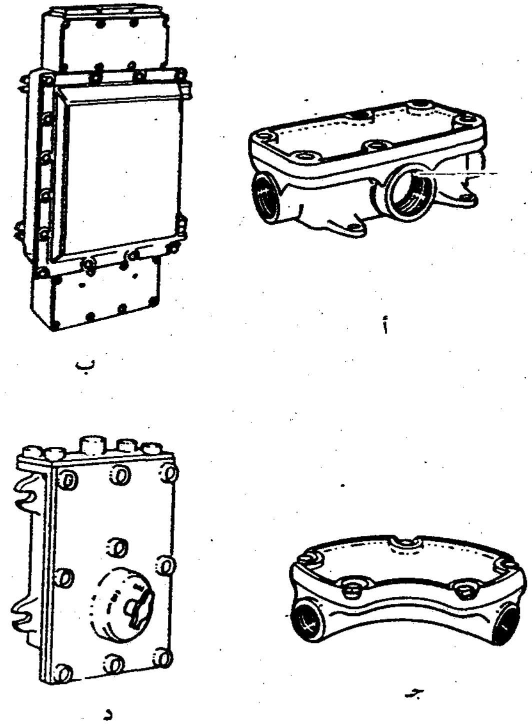
الشكل (٥-٢٣)

ولكن بالنسبة لمفاتيح القدرات العالية، فلا يصلح هذا النظام لذلك، ولكن يستخدم نظام يشبه نظام الكابلات بالمداخل غير المباشرة عدا أن علبة التوصيل تكون منفصلة عن المعدة وكلاهما بنوع حماية d، ويتم توصيل كلٌ من علبة التوصيل والمعدة بكابلات بنفس الطريقة المشروحة سابقاً. أما فرنسا فتستخدم نظام كابلات بمداخل مباشرة فى أى ظروف، ولكن مع استخدام وسائل إحكام أقوى من المستخدمة فى إنجلترا، والشكل (٥-٢٤) يعرض عدة نماذج لبعض المعدات والأجهزة والخامات المستخدمة فى الأماكن المعرضة للانفجار.

حيث إن:

فالشكل (أ) يبين وصلة فحص منحنية بمقاومة للانفجار، والشكل (ب) يبين مفتاح قطبين بمقاومة للإنفجار، والشكل (جـ) يبين صندوق توصيل مستطيل بمقاومة للانفجار، والشكل (د) يبين لوحة توزيع بمقاومة للانفجار.

والجدير بالذكر أن تركيبات الأماكن المعرضة للانفجار تحتاج لفحص مستمر للتأكد من سلامتها، وكذلك لتنظيف ما علق فى هذه التركيبات من أتربة وقاذورات وزمن عمل الصيانة الدورية يعتمد على الأجواء التى توجد فيها التركيبات، ففى الأجواء القذرة تكون الصيانة أسبوعياً، وفى الأجواء الأخرى تكون الصيانة كل ستة شهور، وعادة لا يتم إصلاح التركيبات فى الأماكن المعرضة للانفجار فى الموقع خصوصاً إذا كانت تحتاج للحام معدات نوع d، أو إضافة بعض الوصلات الجديدة التى تحتاج لأطراف توصيل Bushing، فعادة تترك هذه الإصلاحات للشركات المصنعة للمعدات المعرضة للانفجار، فهذه الأعمال لا تحتاج إلى فنى ماهر قدر ما تحتاج لخبرة عالية بالمعدات لعاملة فى الأماكن المعرضة للانفجار.



الشكل (٥-٢٤)

٥ / ٦- التركيبات الكهربية فى المستشفيات

عادة يستخدم نظام IT فى المستشفيات لحماية المرضى والأطباء والممرضات من الصدمة الكهربية (ارجع للفقرة ٢ / ٤).

وتحتاج المستشفيات لمصدر قدرة احتياطية لتغذية الأحمال الهامة عند انقطاع التيار الكهربى عن المستشفى، وعادة يكون مصدر القدرة الاحتياطى المستخدم مولد ديزل، **وفيما يلى أهم الأحمال التى تحتاج لتغذية من مولد الطوارئ عند انقطاع التيار الكهربى عن المستشفى:**

١- إضاءة الممرات والإضاءة الداخلية والخارجية بالمستشفى.

٢- الإضاءة العامة فى الغرف الطبية.

٣- إضاءة الطوارئ فى الأجنحة المختلفة.

٤- المصاعد التى تحتوى على سرير واحد على الأقل.

٥- أجهزة أشعة x والتعقيم.

٦- جناح المطابخ.

٧- مضخات الحريق.

٨- أنظمة التهوية والتبريد.

ويجب اختيار موقع مناسب للمولد، بحيث يكون قريبا من الأحمال الكبيرة مثل: محطة التهوية والتبريد.

ويجب فصل الكابلات الصاعدة لمولد الطوارئ التى تغذى المستشفى عن كابلات التوزيع من أجل استمرارية الخدمة عند حدوث حريق فى قناة الكابل الصاعد للمصدر الكهربى الأساسى.

المجالات الكهربية والمغناطيسية: نظراً لأن العديد من الأجهزة الكهربية تتأثر بالمجالات الكهربية والمغناطيسية التى تصدر من بعض الأحمال الكهربية مثل: الملفات الكهربية والمحولات والمحركات، وكذلك كابلات القدرة لذلك يجب مراعاة تدابير الوقاية للحد من حدوث تداخل من هذه المجالات مع الأجهزة الحساسة خصوصاً أجهزة مراقبة المرضى، وعادة ينصح بإمرار كابلات القدرة فى مواسير صلب مع توصيل هذه المواسير مع نظام معادلة الجهد للمستشفى، كما يجب إمرار كابلات القدرة التى تغذى المصاعد الكهربية وكذلك الكابلات الصاعدة الرئيسية على بعد 6m على الأقل من الغرف الطبية.

والجدول (٥-٢) يبين المسافة الصغرى بين العناصر المولدة للمجالات الكهربية والمغناطيسية والأجهزة الطبية الحساسة لهذه المجالات.

الجدول (٥ - ٢)

الأجهـــــــزة	المسافة الصغرى (m)
- الملف الخانق للمصابيح الفلورستت.	0.75
- المحولات - المحركات.	6
- الكابلات متعددة القلوب والتى مساحتها مقطعها.	
10: 70 mm^2	3
95: 185 mm^2	6
> 185 mm^2	9

والجدير بالذكر أنه عند استخدام موصلات أحادية القلب يجب أن تُبرم على بعضها مع زيادة المسافة بينها وبين الأجهزة الطبية الحساسة عن المدونة فى جدول السابق.

أجهزة أشعة X: يجب أن تكون الكابلات المستخدمة فى تغذيتها لها مقاومة أقل من القيمة المسموح بها والمدونة فى ورق بيانات الشركة المصنعة، ويجب استخدام قاطع دائرة لحماية أجهزة أشعة X بحيث يطابق المدون فى المواصفات الفنية للجهاز، ونظراً لأن أجهزة أشعة X تمثل حمل نبضى، لذلك فهى تحتاج لمحول خاص، كما يجب أن تكون برايز أجهزة أشعة X مميزة وتختلف فى شكلها عند البرايز العادية، ولا يكفى بوضع إشارة دليلة على بريزة عادية لتصبح بريزة جهاز أشعة X.

الباب السادس

تطبيقـات

تطبيقات

٦ / ١ – مقدمة

سنتناول فى هذا الباب مجموعة من التطبيقات المختلفة للتركيبات الكهربية فى المنشآت العامة مثل: بنك فرعى – مبنى إدارى – مستودع عام – مسجد، وكذلك مجموعة من التطبيقات المختلفة للتركيبات الكهربية فى المنشآت الصناعية مثل: ورشة إنتاج – مصنع.

والجدير بالذكر أننا سنستخدم فى هذه التطبيقات الرموز الأمريكية والمبينة فى (ملحق – ١).

علماً بانه قد استخدمت طريقة BZ فى حسابات الإضاءة لهذه التطبيقات، ولاستيعاب هذه الطريقة يمكن الرجوع للفقرة (٢ / ٥) والفقرة (٢ / ٦)، كما استخدمت دوائر الإضاءة المعطاة فى الباب الثالث فى هذه التطبيقات.

وبخصوص اختيار مساحة مقطع الكابلات، وتيار قواطع الحماية فلقد استخدم الجدول (٢ – ٣) فى ذلك.

ولقد استخدمت المعلومات المعطاة فى الباب الرابع فى الأنظمة الخاصة المستخدمة فى هذه التطبيقات.

والجدير بالذكر أنه عند اختيار مساحة مقطع الموصلات، وكذلك التيار المقنن للقواطع يجب تحقيق المعادلة 6.1.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 6.1$$

حيث إن: – تيار الموصل (I_Z)، تيار القاطع (I_N)، تيار الحمل المتوقع (I_B).

وعند توزيع الأحمال المختلفة على أوجه المصدر الكهربى الثلاثى الوجه يأخذ فى الاعتبار أن قدرة البريزة العادية 180W، وكذلك يأخذ فى الاعتبار بأن قدرة وحدات إضاءة الفلورسنت تعادل 1.8 مرة من قدرة المصابيح.

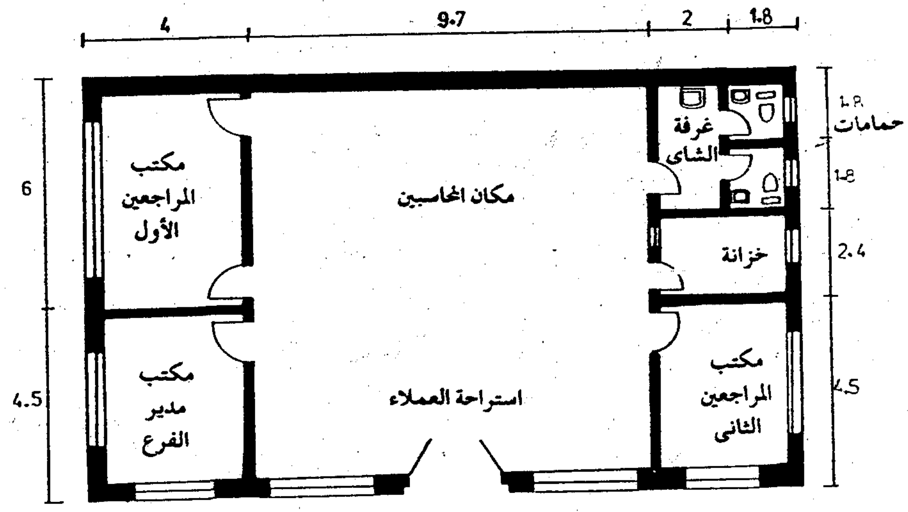
ويمكن تعيين التيار الكلى للأحمال الثلاثية الوجه من المعادلة 6.2 .

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\,U} \quad \rightarrow 6.2$$

حيث إن: S (السعة VA)، U (جهد الخط V) .

٦ / ٢ – بنك فرعى:

الشكل (٦ – ١) يعرض المسقط الأفقى لبنك فرعى مبينًا عليه أبعاد الغرف المختلفة للبنك؛ علمًا بأن الأبعاد المدونة بالمتر، وأن ارتفاع سقف البنك 3.25m .



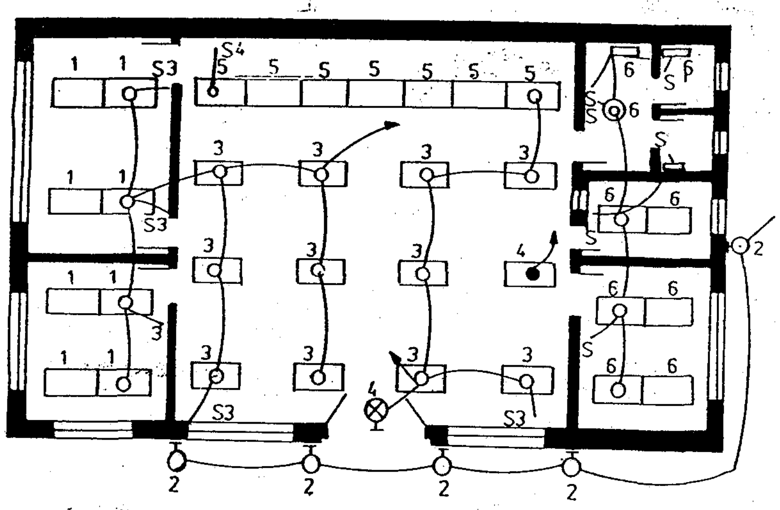
الشكل (٦ – ١)

وفيما يلى الاستضاءة المتوسطة المطلوبة فى الغرف المختلفة:

مكاتب المراجعين	1200 Lux
مكتب مدير الفرع	1200 Lux
خزانة	1500 Lux
استراحة للعملاء	800 Lux
مكان المحاسبين	1500 Lux
حمامات	200 Lux
غرفة الشاى	200 Lux

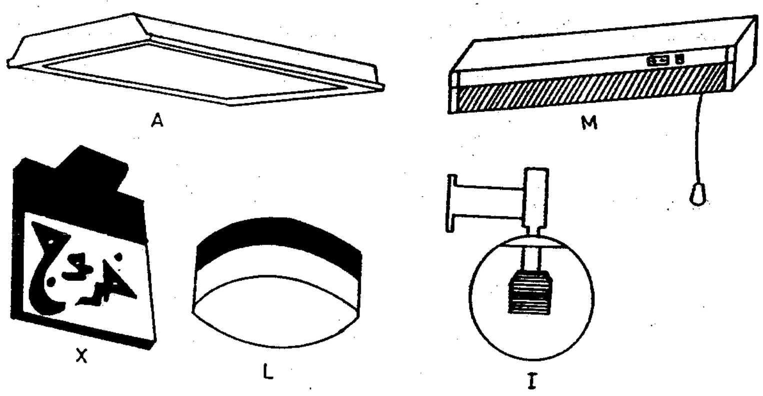
علمًا بأن مكان المحاسبين يتم فصله عن استراحة العملاء بطاولات خشبية ارتفاعها 1.5m .

والشكل (٦ – ٢) يعرض تمديدات الإضاءة الخاصة بالبنك.



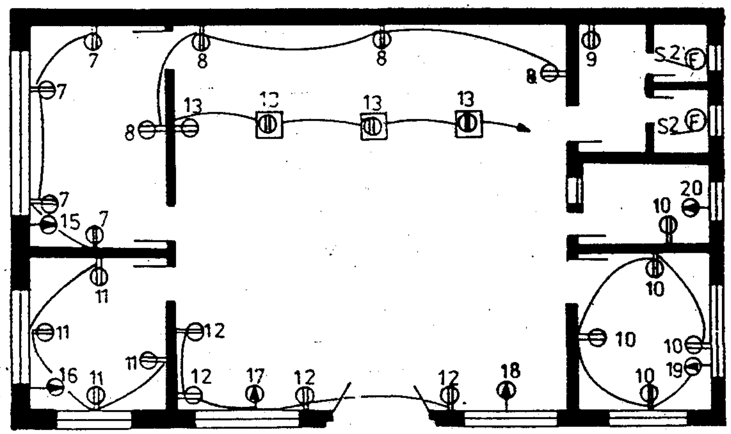
الشكل (٦ – ٢)

أما الشكل (٦ – ٣) فيعرض أشكال وحدات الإضاءة المستخدمة فى هذا البنك، حيث إن وحدة الإضاءة A تستخدم فى المكاتب المختلفة واستراحة العملاء وتحتوى على أربع مصابيح فلورسنت قدرة المصباح 40W . أما وحدة الإضاءة M فتستخدم بجوار أحواض الغسيل، وتحتوى على مصباح فلوريسنت قدرة المصباح 40W. ووحدة الطوارىء X تستخدم عند مخرج البنك، وتحتوى على مصباح فلورسنت قدرة 12W . ووحدة الإضاءة L تستخدم عند مخرج البنك، وتحتوى على مصباح فلورسنت قدرة 12W. ووحدة الإضاءة L تستخدم لإضاءة غرفة الشاى، وتحتوى على مصباح قدرته 100W . ووحدة الإضاءة I تستخدم فى الإضاءة الخارجية وتحتوى على مصباح قدرته 100W.



الشكل (٦ – ٣)

والشكل (٦ – ٤) يعرض تمديدات القوى الخاصة بالبنك.



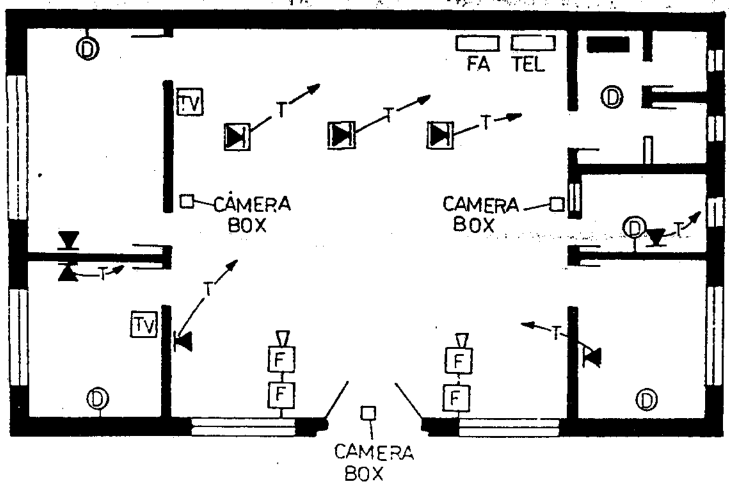
الشكل (٦ – ٤)

والجدير بالذكر أن أجهزة التكييف تختار بمعدل 1 طن تبريد لكل $16m^2$ من المساحة؛ علماً بأن القدرة المكافئة للطن تبريد تساوى 1.5KW .

40 m² = 3.75 KW

فعندما يكون حمل التبريد أقل من 2.5 طن تبريد تستخدم وحدات شباك، وفى حالة تعدى حمل التبريد هذه القيمة تستخدم وحدات مشقوقة ارجع للفقرة (٤–٩).

والشكل (٦ – ٥) يعرض تمديدات الجهد المنخفض للبنك الفرعى.



الشكل (٦ – ٥)

حيث يستخدم سنترال محلى فى البنك، بحيث يمكن الاتصال المباشر من أى تليفون داخلى، وكذلك يمكن التحويل من أى تليفون لآخر.

وعند إجراء مكالمة خارجية مع البنك الفرعى، فإن الأفضلية تكون لمن يسبق فى رفع السماعة، وإذا لم تكن المكالمة تخص الشخص الذى يرفع السماعة يمكن بسهولة عمل تحويل لأى تليفون آخر، أما تليفون مدير الفرع فيأخذ خطاً خارجيا منفصل خاص به، علماً بأن السنترال الداخلى موضوع فى اللوحة TEL .

وبخصوص دائرة الإنذار بالحريق فيوجد نظام إنذار بالحريق لحماية منطقة واحدة وهو مزود بخمس مجسات دخان، ووحدتى تشغيل يدويتين، وجهازى إنذار صوتى، ويستخدم جهاز إنذار حريق من طراز Firdex 900 ارجع للشكل (٤ – ٢٧)؛ علماً بأن FA تمثل جهاز Firdex 900 .

وبخصوص دائرة التليفزيون المغلقة فتستخدم ثلاث كاميرات تليفزيونية لمراقبة استراحة العملاء، ويستخدم عدد 2 شاشة تليفزيونية واحدة عند مكان المحاسبين، والثانية عند مدير الفرع، ويتم توصيلهم بالطريقة المشروحة فى الفقرة (٤ – ٤).

والجدول (٦ – ١) يبين طريقة توزيع الأحمال الكهربية على الأوجه المختلفة للمصدر الكهربى، حيث إن جهد المصدر 380/ 220V ثلاثى الوجه، وتأخذ قدرة البريزة العادية 180W، وتأخذ قدرة وحدات إضاءة الفلورسنت مساوية 1.8 من قدرة المصابيح.

وحيث إن: القدرة الكلية لأحمال البنك الفرعى تساوى 32182 VA، ولذلك فإن تيار الكابل الرئيسى يساوى:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\ U} = \frac{32182}{\sqrt{3} \times 380} = 48.7\ A$$

لذلك يمكن اختيار كابل رئيسى أربعة قلوب نحاس ($3 \times 16 + 10\ mm^2$)؛ وبعزل PVC ويختار قاطع رئيسى ثلاثة أقطاب من النوع المصغر تياره 50 A، وهو يحتاج لحيز يكافئ 4.5 موديول. حيث إن الموديول يكافئ الحيز الذى يحتاجه قاطع قطب واحد.

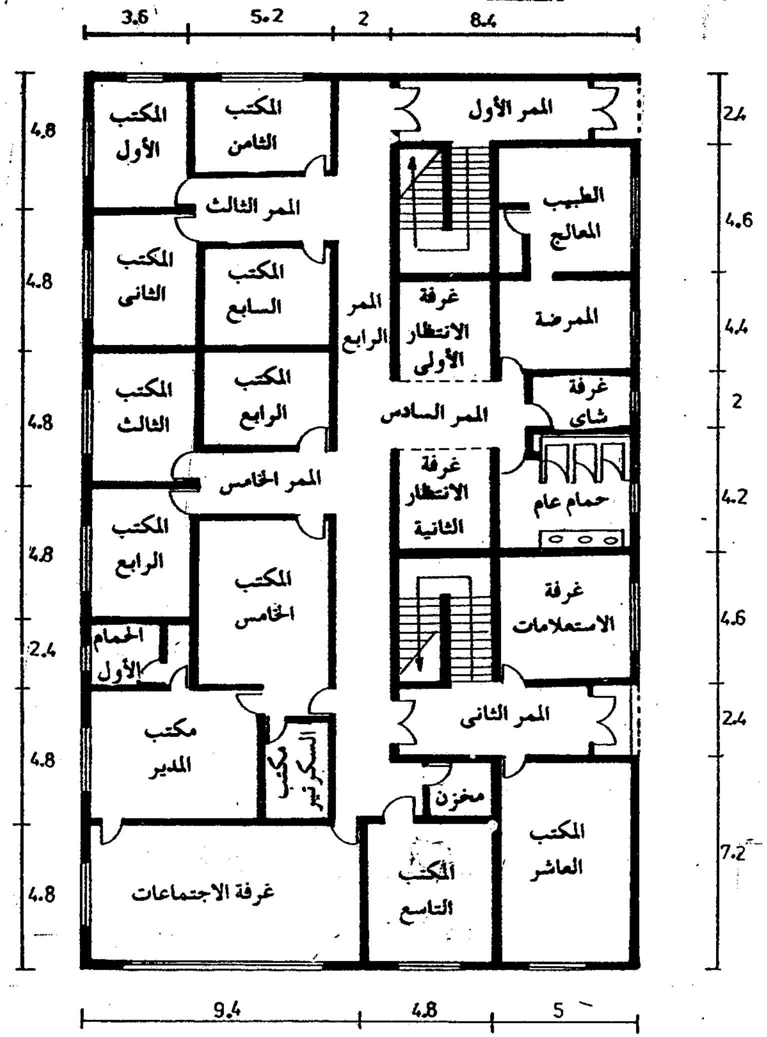
ويمكن اختيار لوحة توزيع أبعادها 400 x 300 x 200 mm، وسعتها 30 موديول، حيث يخصص خمسة موديلات للقاطع الرئيسى، ويخصص موديول 20 لباقى القواطع، وتخصص 5 موديلات إحتياطية للتوسع فى المستقبل.

الجدول (٦-١)

220 / 380V 3 ϕ			Panel A								
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm2	المخارج			القدرة (W)			المكان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع A		إضاءة	برايز	متنوع	A	B	C	
1	1	1	16	2.5	8			2304			مراجعون – مدير الفرع
2	2	1	10	1.5	5				500		إضاءة خارجية
3	3	1	10	1.5	11			3168			استراحة عملاء
4	4	1	10	1.5	2					300	استراحة عملاء
5	5	1	10	1.5	7					2016	مكان المحاسبين
6	6	1	10	1.5	10				2044		حمامات– غرفة شاى خزانة– مراجعون 2
7	7	1	10	1.5		4		720			مراجعون 1
8	8	1	10	1.5		4			720		مكان المحاسبين
9	9	1	10	1.5			سخان			1000	غرفة الشاى
10	10	1	10	1.5		5		900			مراجعين 2
11	11	1	10	1.5		4			720		مدير البنك
12	12	1	10	1.5		4				720	استرحة عملاء
13	13	1	10	1.5		4		720			مكان محاسبين
14	14	1	10	1.5			شفاطان		600		حمامات
15	15	1	16	2.5			مكيف			2250	مراجعون 1
16	16	1	10	1.5			مكيف	1500			مدير الفرع
17	17	1	25	6			مكيف		4500		استراحة عملاء
18	18	1	25	6			مكيف			4500	استراحة عملاء
19	19	1	10	1.5			مكيف	1500			مراجعون 2
20	20	1	10	1.5			مكيف		1500		خزانة
								10812	10584	10786	قدرة إحمال كل وجه (W)
								32182			القدرة الكلية (W)

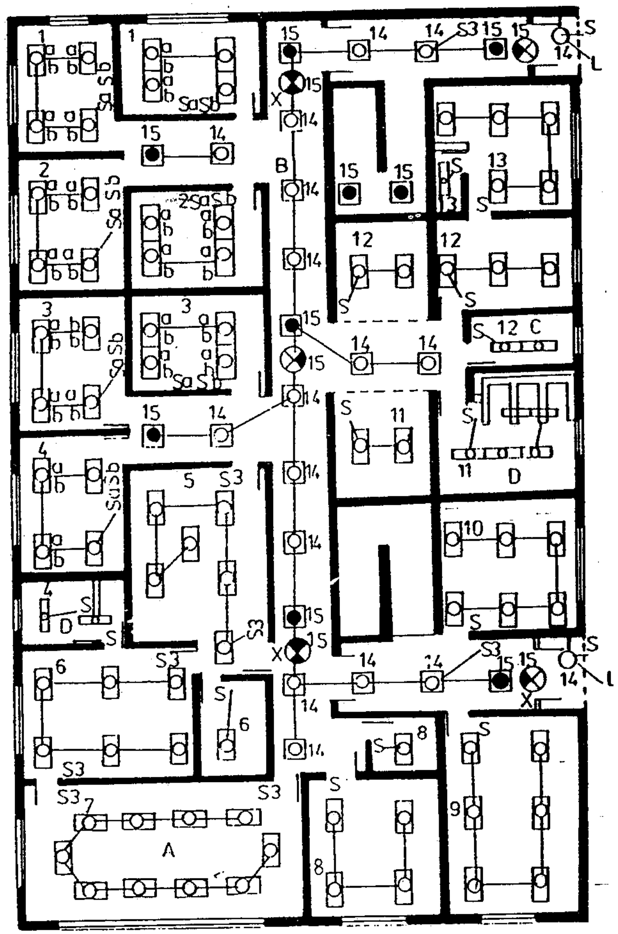
٦/٣ – مبنى إدارى

الشكل (٦ – ٦) يعرض المسقط الأفقى للطابق الأول لأحد المبانى الإدارية والتى يتم تكييفها مركزياً. والجدير بالذكر أنه يستخدم أسقف معلقة فى جميع غرف هذا المبنى، وهذه الأسقف المعلقة تتكون من وحدات مستطيلة أبعادها 595 x 1195 mm، علماً بأن الأبعاد المدونة فى هذا الشكل بالمتر.



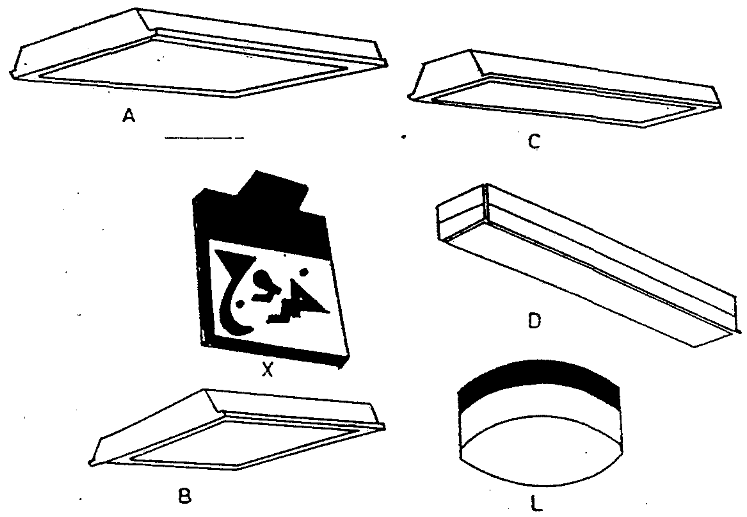
الشكل (٦–٦)

والشكل (٦ – ٧) يعرض تمديدات الإضاءة الخاصة بالمبنى الإدارى.



الشكل (٦–٧)

والشكل (٦ – ٨) يعرض أشكال وحدات الإضاءة المستخدمة



الشكل (٦–٨)

والجدير بالذكر أن كل المكاتب تستخدم وحدات إضاءة غاطسة طراز A، والتى تحتوى على أربعة مصابيح فلورسنت قدرة المصباح 40W، ويتم تقسيم مصابيح بعض هذه الوحدات لمجموعتين a، b، كل مجموعة يمكن التحكم فيها بمفتاح مستقل.

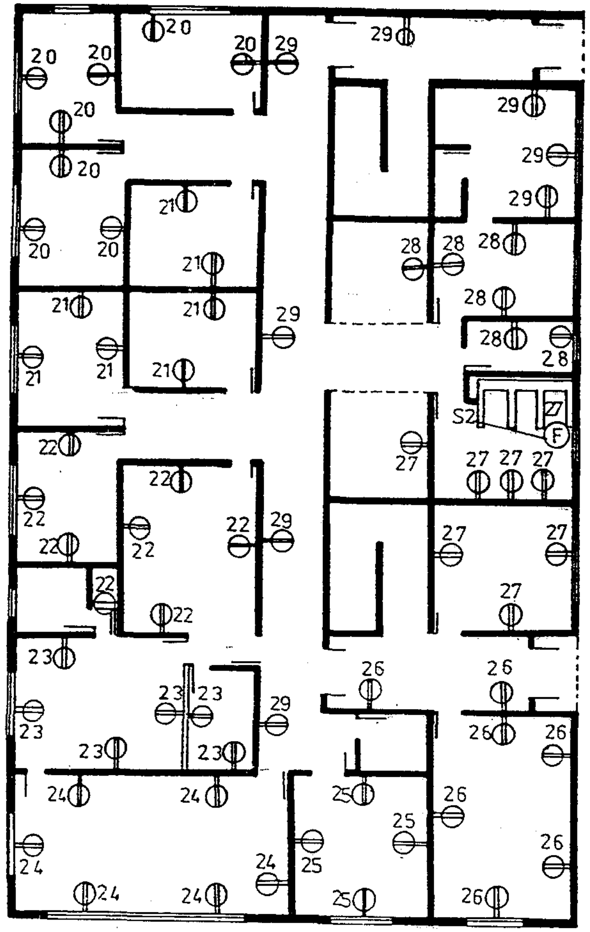
أما دائرة الإضاءة 9 فتحتوى على نوعين من وحدات الإضاءة، الأولى طراز B والذى يحتوى بداخله على مصباحين فلورسنت على شكل U، قدرة المصباح 40W. والثانية طراز X، وهى وحدة إضاءة طوارئ تحتوى على مصباح فلورسنت 12W وتزود هذه الوحدات بعلامة إرشادية (خروج)، وفى الليل عند إطفاء الإدارة تكون بعض وحدات الإضاءة B مضيئة لأنها توصل مباشرة مع المصدر الكهربى.

أما وحدات الإضاءة X فهى تعمل عند انقطاع التيار الكهربى عن الإدارة لإرشاد الأشخاص الموجودة بداخل الإدارة لطريق الخروج إلى الخارج.

وتحتوى وحدة الإضاءة C الموجودة فى غرفة الشاى على مصباحى فلورسنت، قدرة كل مصباح 40W.

أما وحدة الإضاءة الموجودة بالحمامات على مصباحى فلورسنت قدرة كل مصباح 40W والمستخدمة عند مدخل الإدارة فى الممر 2-1 ، فتحتوى على مصباحى قدرة المصباح 60W.

والشكل (٦ – ٩) يعرض تمديدات القوى للمبنى الإدارى.



الشكل (٦–٩)

والجدول (٦ – ٢) يبين طريقة توزيع الأحمال الكهربية على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى.

الجدول (٦-٢)

220 / 380V 3 ϕ	Panel A										
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm2	الخارج			القدرة (W)			المكـــــان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع A		إضاءة	برايز	متنوع	A	B	C	
1	0	3	63								القاطع الرئيسي
2											
3											
4											
5											
6	1	1	16	2.5	8			2304			المكاتب 8-1
7	2	1	16	2.5	8				2304		المكاتب 7-2
8	3	1	16	2.5	8					2304	المكاتب 6-3
9	4	1	10	1.5	6			1440			المكتب 4 والحمام 1
10	5	1	10	1.5	6				1728		المكتب 5
11	6	1	10	1.5	7					2016	مكتب المدير - مكتب السكرتير
12	7	1	16	2.5	10			2880			غرفة الاجتماعات
13	8	1	10	1.5	5				1440		المكتب 9 والمخزن
14	9	1	10	1.5	6					1728	المكتب 10
15	10	1	10	1.5	6			1728			غرفة الاستعلامات
16	11	1	10	1.5	7				1296		حمام عام - غرفة الانتظار 2
17	12	1	10	1.5	7					1728	غرفة الشاي- الممرضة- انتظار 2
18	13	1	10	1.5	6			1584			الطبيب المعالج - حمام 2
19	14	1	16	2.5	18				2544		الممرات
20	15	1	10	1.5	14					1404	الممرات
21											احتياطي
22											احتياطي
23											احتياطي
24											احتياطي

تابع الجدول (٦-٢)

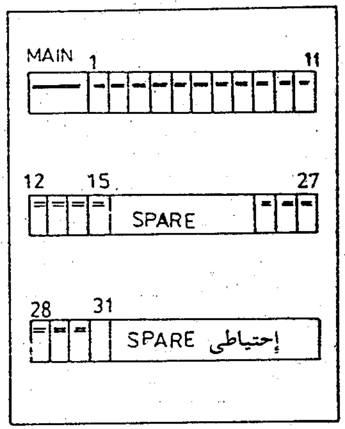
220 / 380V 3 ϕ	Panel A										
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm2	الخارج			A	B	C	المكـــــان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع A		إضاءة	برايز	متنوع				
25	20	1	10	1.5		8		1440			المكاتب 8-2-1
26	21	1	10	1.5		7			1260		المكاتب 7-6-3
27	22	1	10	1.5		8				1440	المكاتب 5-4 الحمام 1
28	23	1	10	1.5		6		1080			مكتب المدير ومكتب السكرتير
29	24	1	10	1.5		6			1080		غرفة الاجتماعات
30	25	1	10	1.5		4			720		المكتب 9
31	26	1	10	1.5		6		1080			المكتب 10 والممر 2
32	27	1	10	1.5		7	شفاط		1260		غرفة الاستعلامات وحمام عام
33	28	1	10	1.5		6				1260	غرفة الشاي- الممرضة
34	29	1	10	1.5		8				1440	الطبيب- ممر 1 وممر 2
35											احتياطي
36											احتياطي
37											احتياطي
38											احتياطي
39											احتياطي
40											احتياطي
41											احتياطي
42											احتياطي
43											احتياطي
44											احتياطي
45											احتياطي
46											احتياطي
78											احتياطي
48											احتياطي
								13536	13632	13320	قدرة إحمال كل وجه
									40488		القدرة الكلية

وبالتالى يصبح التيار الكلى مساوياً:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{40488}{\sqrt{3}x380} = 61A$$

وبالتالى يمكن اختيار قاطع مصغر ثلاثة أقطاب 63A، وهذا القاطع يحتاج لحيز 4.5 موديول. ونختار كابل رئيسى بقلوب نحاسية مساحة مقعها $(3x16+10mm^2)$ وبعزل PVC.

والشكل (٦-١٠) يوضح طريقة تثبيت القواطع على لوحة التوزيع.



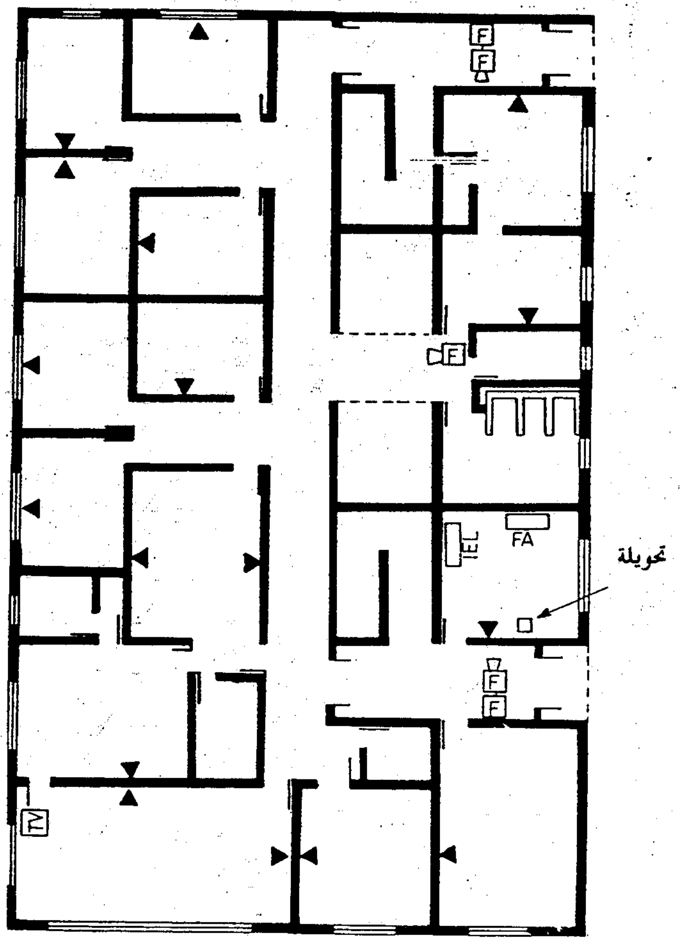
(الشكل ٦-١٠)

والشكل (٦-١١) يعرض تمديدات الجهد المنخفض الخاصة بالمبنى الإدارى. فبخصوص نظام الإنذار بالحريق، نلاحظ أنه لم يستخدم كاشفات دخان ولكن استخدمت وحدتا تشغيل يدويتين عند مدخلى المبنى، وكذلك تستخدم وحدتا إنذار عند مدخلى المبنى ووحدة إنذار أخرى عند غرفة الشاى، وجهاز الإنذار بالحريق موضوع فى اللوحة FA فى غرفة الاستعلامات للمبنى.

وبخصوص التليفونات فيوجد سنترال داخلى، وهذا السنترال يمكن عمل اتصال من الخارج إلى الداخل من خلال تحويلة، والذى يعمل عليها عامل مسئول عن تحويل المكالمات الخارجية لأى تليفون داخلى؛ علماً بأن تليفون المدير مزود بخط خارجى مستقل.

أما الاتصال الداخلى فيتم مباشرة وذلك بواسطة مفتاح الخط الخارجى، وهذا المفتاح يتمثل فى إضافة العدد 0 قبل الرقم الخارجى المطلوب الاتصال عليه، والأفضلية للذى يسبق فى الاتصال ليشغل الخط الخارجى.

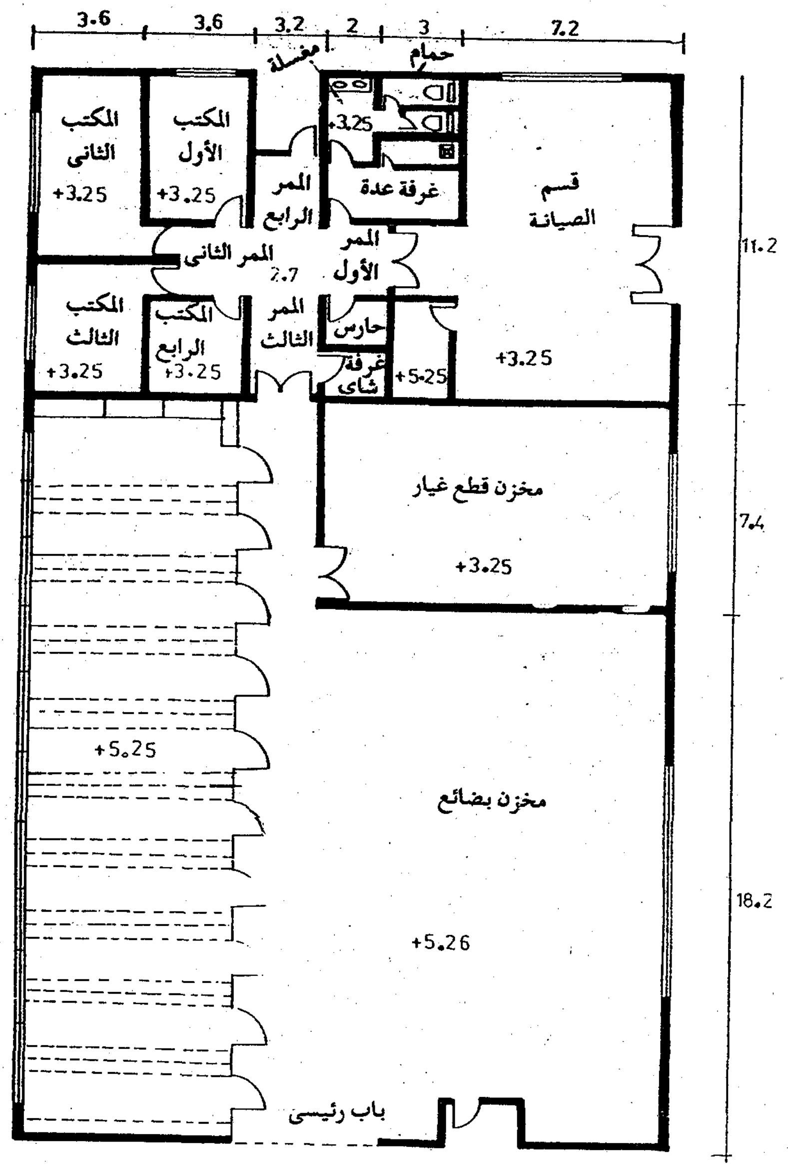
ويوجد مخرج هوائى تلفزيونى فى غرفة الاجتماعات.



(الشكل ٦-١١)

٦/٤ - المستودع العام

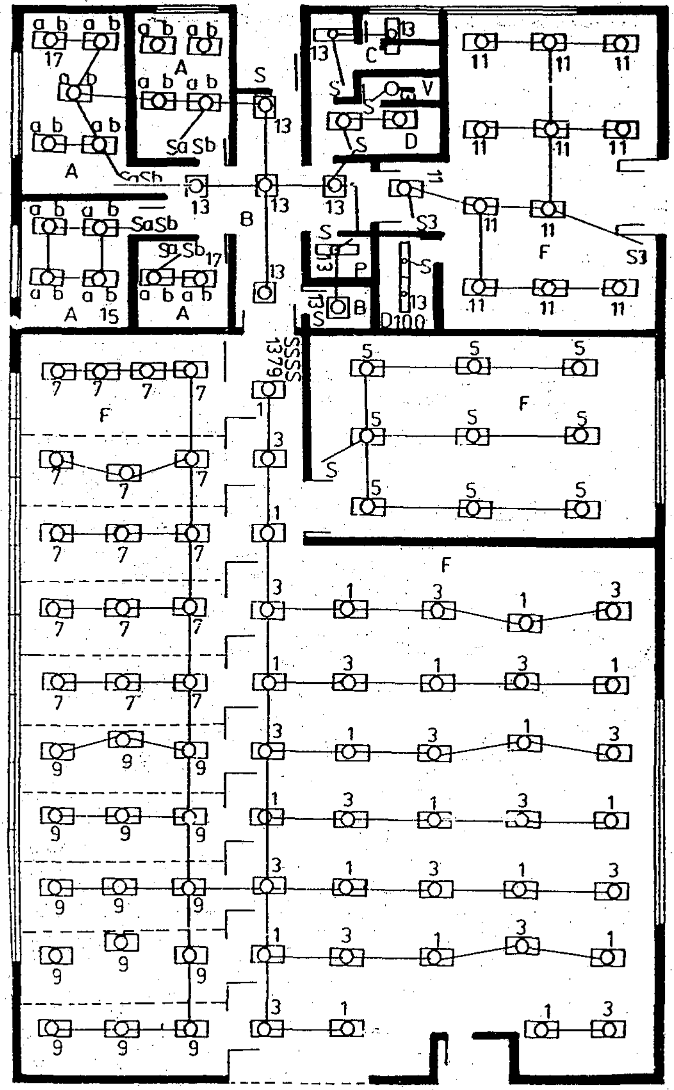
الشكل (٦-١٢) يعرض المسقط الأفقى للمستودع العام لأحد الشركات الكبيرة؛ علماً بأن هذا الشكل مزود بارتفاعات الأسقف فى الغرف المختلفة بالمتر، وكذلك أبعاد الغرف المختلفة بالمتر أيضاً.



(الشكل ٦–١٢)

والجدير بالذكر أن مخزن البضائع يحتوى على عشر غرف بشبك، **وهذه الغرف** تحتوى على أرفف.

والشكل (٦–١٣) يعرض تمديدات الإضاءة الخاصة بالمستودع العام.

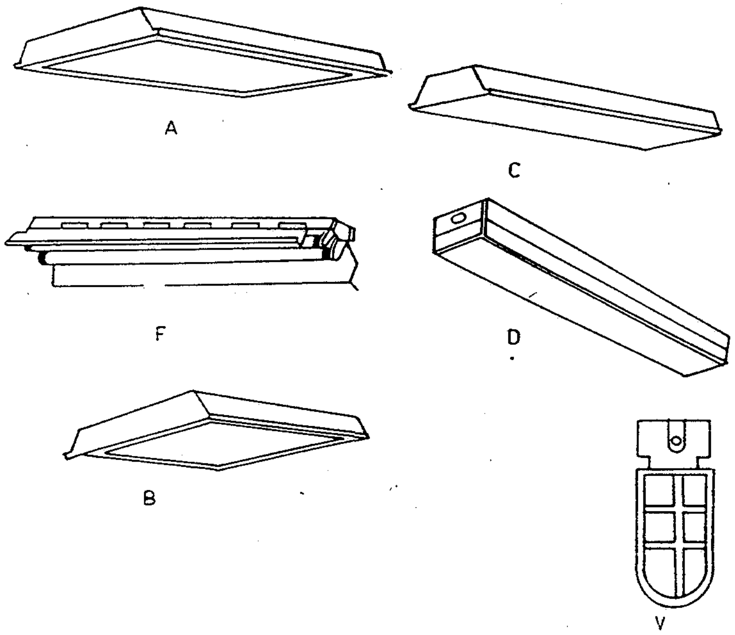


(الشكل ٦–١٣)

ويلاحظ أن جميع المكاتب مزودة بمفتاحين، أحدهما لتشغيل نصف مصابيح وحدات الإضاءة، والثانى لإضاءة النصف الثانى؛ علماً بأن كل وحدة إضاءة تحتوى

على أربعة مصابيح . أما غرفة الصيانة فيتم التحكم فى إضاءتها بواسطة مفتاحى تناوب S3 من مكانين مختلفين. أما مخزن البضائع فيتم إضاءته بواسطة أربعة مجموعات من وحدات الإضاءة 9,7,3,1 وكل مجموعة يتم التحكم فيها بمفتاح خاص.

والشكل (٦-٤) يعرض أشكال وحدات الإضاءة المختلفة المستخدمة فى إضاءة المستودع العام.



(الشكل ٦-٤)

حيث إن:

وحدة الإضاءة AI تحتوى على أربعة مصابيح فلورسنت قدرة المصباح 40W .

وحدة الإضاءة C تحتوى على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W .

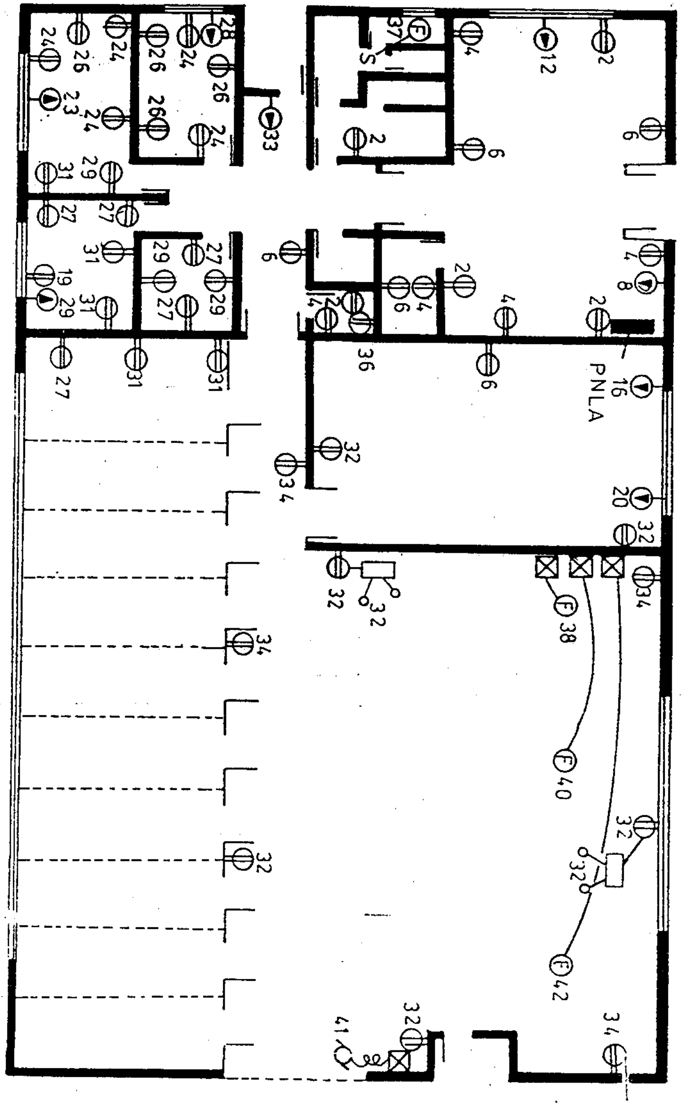
وحدة الإضاءة D تحتوى على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W .

وحدة الإضاءة F تحتوى على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W .

وحدة الإضاءة B تحتوى على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W .

وحدة الإضاءة V تحتوى على مصباح متوهج قدرته 100W.

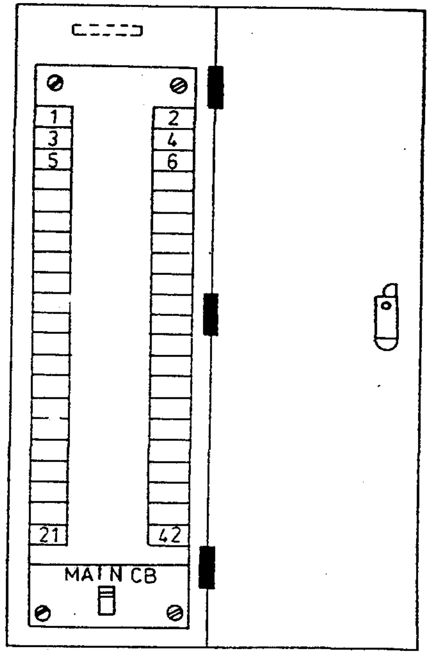
والشكل (٦-١٥) يعرض تمديدات القوى للمستودع العام.



(الشكل ٦-١٥)

والجدير بالذكر أن هذا المستودع يغذى من مصدر كهربى جهده 110/220V ثلاثى الوجه، وتستخدم لوحة توزيع أمريكية صناعة Westinghouse .

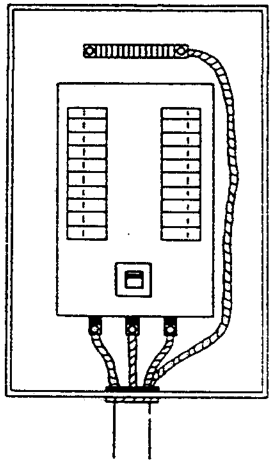
والشكل (٦-١٦) يعرض المسقط الرأسى لهذه اللوحة، ويلاحظ أن اللوحة تحتوى على مكان لتثبيت قاطع رأسى فى أسفل اللوحة، فى حين أن قواطع الأحمال تثبت على جانبى اللوحة؛ بحيث إن القواطع اليسرى تأخذ الأرقام الفردية، والقواطع اليمنى تأخذ الأرقام الزوجية؛ علماً بأن جميع القواطع المستخدمة تكون من النوع المقلوب Moulded Case C.B'S.



(الشكل ٦-١٦)

أما الشكل (٦-١٧) فيوضح طريقة توصيل أطراف المصدر الكهربى A,B,C,N مع لوحة التوزيع؛ علماً بأنه يعاد توصيل خط التعادل N مع الأرضى الخاص بالمستودع، وبعد ذلك يتشعب خط التعادل وخط الأرضى G من خط التعادل.

والجدول (٦-٣) يبين طريقة توزيع الأحمال الكهربية على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربي.


(الشكل ٦-١٧)

الجدول (٦ - ٣)

127/220V Panel A	3 ϕ,4W										
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm²	القاطع			القدرة (W)			المكـــان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع		إضاءة	برايز	متنوع	A	B	C	
1	1	1	25	4	19			2736			مخزن البضائع
3	3	1	25	4	18				2592		مخزن البضائع
5	5	1	20	2.5	15					2160	مخزن قطع الغيار
7	7	1	20	2.5	16			2304			مخزن البضائع
9	9	1	20	2.5	15				2160		مخزن البضائع
11	11	1	15	1.5	12					1728	قسم الصيانة
13	13	1	20	2.5	14			1972			عده 1,2 - غرفة شاى - حارس - ممرات - حمامات
15	15	1	25	4	9				2592		المكاتب 1,2
17	17	1	20	2.5	6					1728	المكاتب 3,4
19	19	2	20	2.5			مكيف	1650			المكتب 3
									1650		
23	23	2	20	2.5			مكيف			1650	المكتب 2
								1650			
27	27	1	15	1.5		5			900		اماكن مختلفة
29	29	1	15	1.5		4				720	اماكن مختلفة
31	31	1	15	1.5		4		720			اماكن مختلفة

تابع الجدول (٦ - ٣)

127/220V Panel A — **3 φ,4W**

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطع: إضاءة	القاطع: برايز	القاطع: متنوع	القدرة (W): A	القدرة (W): B	القدرة (W): C	المكـــــان
33	33	2	15	2.5			مكيف		1650		الممر 2 (فوق الباب)
35										1650	
37	37	1	15	1.5			مروحة	100			الحمامات
39	39	1	15	1.5				330			لوحة الإنذار بالحريق
41	41	1	15	1.5						1500	باب راسى عند مدخل الورشة
2	2	1	15	1.5				900			اماكن مختلفة
4	4	1	15	1.5		5			900		أماكن مختلفة
6	6	1	15	1.5		5				900	أماكن مختلفة
8	8	2	20	2.5		5	مكيف	1650			غرفة الصيانة
10	10								1650		
12	12	2	20	2.5						1650	غرفة الصيانة
14	14							1650			
16	16	2	20	2.5					1650		مخزن قطع الغيار
18	18									1650	
20	20	2	20	2.5				1650			مخزن قطع الغيار
22	22								1650		
24	24	1	15	1.5		5				900	أماكن مختلفة

تابع الجدول (٦ - ٣)

127/220V Panel A — **3 φ,4W**

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطع: إضاءة	القاطع: برايز	القاطع: متنوع	القدرة (W): A	القدرة (W): B	القدرة (W): C	المكـــــان
26	26	1	15	1.5		4		720			أماكن مختلفة
28	28	2	20	2.5					1650		المكتب 1
30	30									1650	
32	32	1	15	1.5		6		1010			أماكن مختلفة
34	34	1	15	1.5		4			720		أماكن مختلفة
36	36	1	15	1.5			ثلاجة			1000	غرفة الشاى
38	38	1	20	2.5			مروحة	2100			مخزن البضائع
40	40	1	20	2.5			مروحة		2100		مخزن البضائع
42	42	1	20	2.5			مروحة			2100	مخزن البضائع
								21052	21160	20986	قدرة أحمال كل وجه (W)
									63198		القدرة الكلية (W)

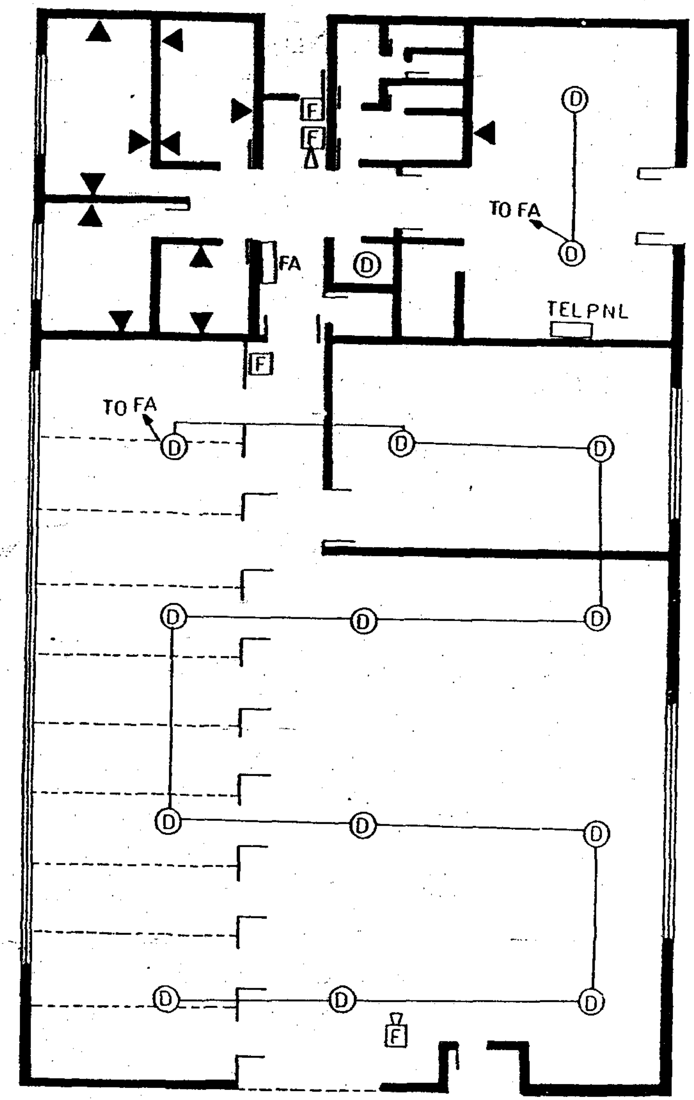
وبالتالى فإن التيار الكلى يساوى :

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}U} = \frac{63198}{\sqrt{3}X220} = 166A$$

وبالتالى يمكن اختيار قاطع رئيسى من النوع المقولب تياره **200A**.

ويختار كابل رئيسى بأربعة قلوب نحاس مساحة مقطعه ($3X95 + 50mm^2$) .

والشكل (٦–١٨) يعرض تمديدات الجهد المنخفض للمستودع العام.



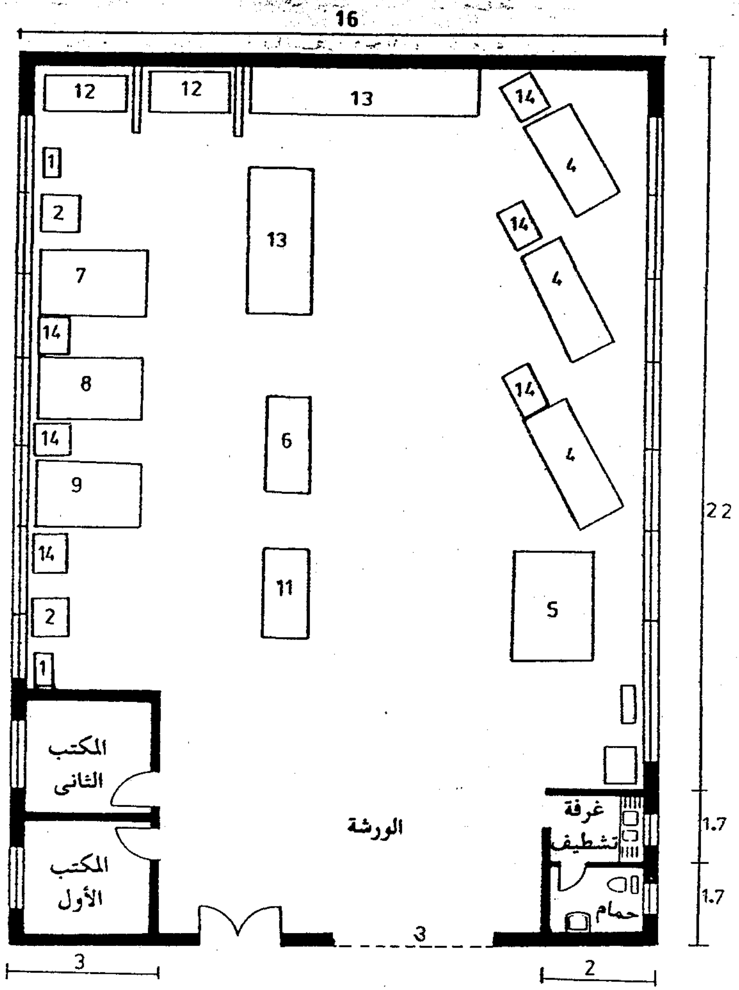
الشكل (٦– ١٨)

ويلاحظ أنه استخدم عشرة كاشفات دخان فى مخزن البضائع، وكاشفى دخان فى مخزن قطع الغيار، وكاشفى دخان فى غرفة الصيانة، وكاشفى دخان فى غرف العدة، واستخدم جهاز انذار للحريق عند الباب الرأسى ذات المحرك لمخزن البضائع، وآخر عند الممر 2 ، واستخدمت وحدتا تشغيل يدويتين عند مدخل الممر 4، ومدخل مخزن البضائع ويوضع جهاز الإنذار بالحريق فى اللوحة FA فى الممر 3 .

ويوجد سنترال داخلى موضوع فى اللوحة TEL PNL ، ويتم توصيل جميع التليفونات الداخلية بالمستودع وبباقى منشآت الشركة بهذا السنترال؛ علماً بأنه يمكن استخدام أى تليفون داخلى فى الاتصال الخارجى، وكذلك يمكن الاتصال من الخارج مع أى تليفون داخلى، حيث إن الأولية للذى يرفع السماعة أولاً، ويمكن التحويل من أى تليفون للآخر بواسطة مفاتيح معدة لذلك.

٦ / ٥ – ورشة إنتاج المعادن.

الشكل (٦–١٩) يعرض المسقط الأفقى لورشة إنتاج معادن ارتفاعها خمسة أمتار، ومزودة بصفين من الشبابيك على جانبيها على ارتفاع 3m، وارتفاع الشبابيك 1.5m. الأبعاد المعطاة فى هذا الشكل بالمتر.



الشكل (٦– ١٩)

وفيما يلى محتويات الشكل السابق :

1 (جلخ سن عدة) وبياناته الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 1.5 KW

2 (مثقاب صغير) وبياناته الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 1.2 KW

3 باب رأسى يعمل بمحرك وبياناته الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 1.5 KW

4 مخرطة زنبه وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 5.5 KW

5 مثقاب الدف وبياناته الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 4 KW

6 منشار هيدروليكى وبياناته الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 2.2 KW

7 فريزه رأسية وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 7 KW

8 فريزة أفقية وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 4 KW

9 مقشطة نطاحة وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 3 KW

10 ماكينة تجليخ أسطوانية وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 4.55 KW

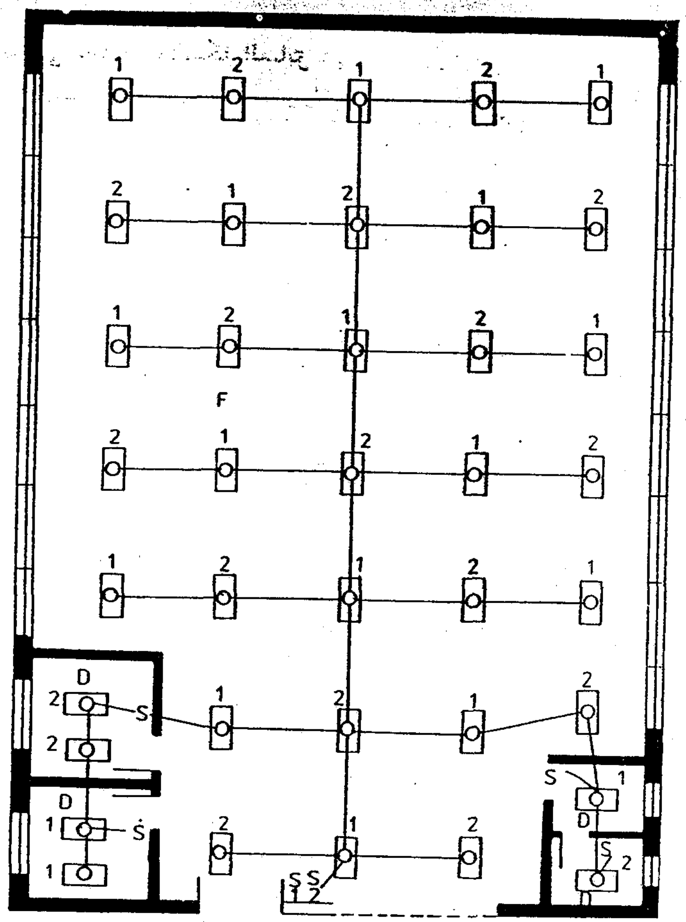
11 ماكينة تجليخ سطحى وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 7.5 KW

12 ماكينة لحام وبياناتها الكهربية كما يلى : 3Φ,220/380V, 22.8 KW

13 طاولات عمل

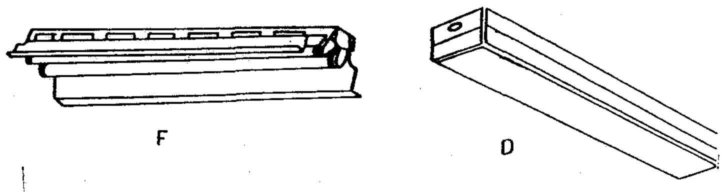
14 صناديق عدة

والشكل (٦ – ٢٠) يعرض مخطط تمديدات الإضاءة لورشة الإنتاج .



الشكل (٦ – ٢٠)

والشكل (٦-١٢) يعرض أشكال وحدات الإضاءة المستخدمة فى إضاءة هذه الورشة.

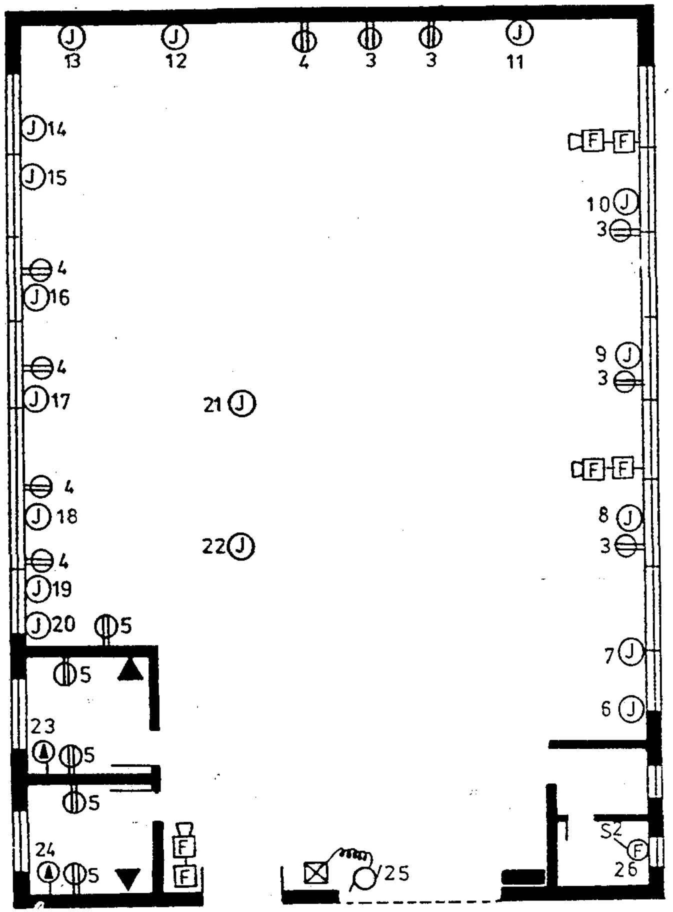


الشكل (١ – ٢١)

ويحتوى كلٌّ من وحدة الإضاءة D على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W، فى حين تحتوى وحدة الإضاءة F على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 65W.

والجدير بالذكر أنه يتم تعليق وحدات الإضاءة بواسطة أحبال صلب (ارجع للفقرة ١/٤)؛ علماً بأن ارتفاع وحدات الإضاءة عن الأرض يساوى 3.0m.

والشكل (٦-٢٢) يعرض مخطط تمديدات القوى وتمديدات الجهد المنخفض لهذه الورشة:



الشكل (٦ – ٢٢)

الجدول (٦-٤) يبين طريقة توزيع الأحمال الكهربية على الأوجه الثلاثة

الجدول (٦-٤)

220/380V Panel A				3 ϕ,4W							
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm^2	المخارج			القدرة W			المكـــان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع		إضاءة	برايز	متنوع	A	B	C	
1	1	1	16	2.5	14			3276			الورشة
2	2	1	16	2.5	14				3276		الورشة
3	3	1	10	1.5		5				900	الورشة
4	4	1	10	1.5		5				900	الورشة
5	5	1	10	1.5		5				900	المكاتب
6	6	3	10	1.5		5				400	مثقاب صغير
7								400			
8									400		
9	7	3	10	1.5						500	حجر جلخ
10									500		
11								500			
12	8	3	10	1.5					1333		مثقاب الدف
13										1333	
14								1333			
15	9	3	10	1.5					1833		مخرطة الزنبة
16										1833	
17								1833			

تابع الجدول (٦-٤)

220/380V Panel A				3 ϕ,4W							
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm^2	المخارج			القدرة W			المكـــان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع		إضاءة	برايز	متنوع	A	B	C	
18	10	3	10	1.5					1833		مخرطة الزنبة
19										1833	
20								1833			
21	11	3	10	1.5					1833		مخرطة الزنبة
22										1833	
23								1833			
24	12	3	35	6					7600		ماكينة اللحام
25										7600	
26								7600			
27	13	3	35	6					7600		ماكينة اللحام
28										7600	
29								7600			
30	14	3	10	1.5					500		حجر جلخ
31										500	
32								500			
33	15	3	10	1.5					400		مثقاب صغير
34										400	

تابع الجدول (٦-٤)

220/380V Panel A — 3 ϕ,4W

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	الخارج: إضاءة	الخارج: برايز	الخارج: متنوع	القدرة W: A	القدرة W: B	القدرة W: C	المكـــــان
35								400			
36	16	3		16	2.5				2333		فريزة راسية
37										2333	
38								2333			
39	17	3		10	1.5				1333		فريزة افقية
40										1333	
41								1333			
42	18	3		10	1.5				1000		مقشطة نطاحة
43										1000	
44								1000			
45	19	3		10	1.5				400		مثقاب صغير
46										400	
47								400			
48	20	3	10	1.5					500		حجر جلخ
49										500	
50								500			
51	21	3	10	1.5					733		منشار ميكانيكى

تابع الجدول (٦-٤)

220/380V Panel A — 3 ϕ,4W

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	الخارج: إضاءة	الخارج: برايز	الخارج: متنوع	القدرة W: A	القدرة W: B	القدرة W: C	المكـــــان
52										733	
53								733			
54	22	3	10	1.5					733		منشار ميكانيكى
55										733	
56								733			
57	23	1	10	1,5			مكيف		1500		المكتب 1
58	24	1	10	1.5			مكيف			1500	المكتب 2
59	25	1	10	1.5				1500			باب كهربى
60	26	1	10	1.5					300		مروحة
61											احتياطى
62											احتياطى
63											احتياطى
64											احتياطى
65											احتياطى
66											احتياطى
67											احتياطى
68											احتياطى

تابع الجدول (٦-٤)

220/380V
Panel A

3ϕ,4W

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	الخارج: إنارة	الخارج: برايز	الخارج: متنوع	القدرة W: A	القدرة W: B	القدرة W: C	المكان
69											احتياطى
70											احتياطى
71											احتياطى
72											احتياطى
								35640	35940	35064	قدرة أحمال كل وجه (W)
								106644			القدرة الكلية (W)

للمصدر الكهربى.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\,U}$$

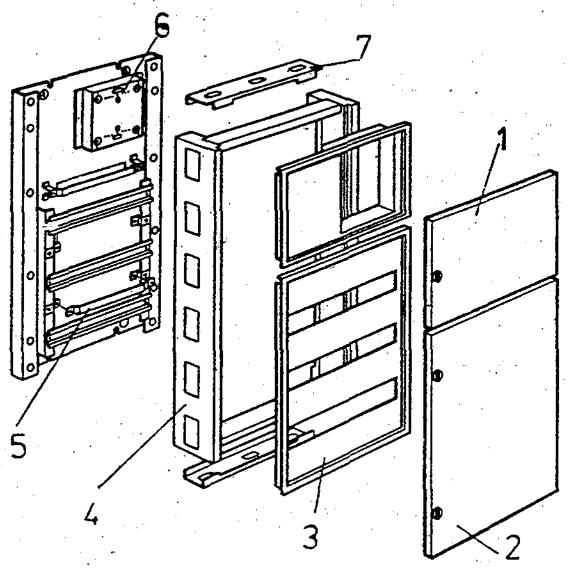
$$= \frac{106644}{\sqrt{3}x380} = 161.5A$$

وبالتالى فإن التيار الكلى يساوى:

ويمكن اختيار قاطع مقولب ثلاثة أقطاب 250A له المواصفات التالية: سعة القطع تساوى 35000A عند جهد 380V، ويمكن معايرة تيار الفصل الحرارى للقاطع عند قيمة تتراوح ما بين (160:250A)، وكذلك يمكن معايرة تيار الفصل المغناطيسى عند قيمة تتراوح ما بين (875:2500A).

ويتم ضبط تيار الفصل الحرارى عند 200A، فى حين يتم ضبط تيار الفصل المغناطيسى عند 1200A وهو يعادل ست مرات من تيارالفصل الحرارى، ويستخدم كابل رئيسى لإمداد الورشة له أربعة قلوب من النحاس، ومساحة مقطعه (3x95+50mm2) بعزل PVC.

وتستخدم لوحة توزيع سعتها 72 موديول وأبعادها (825x500x170mm) والمبينة بالشكل (٦-٢٣).



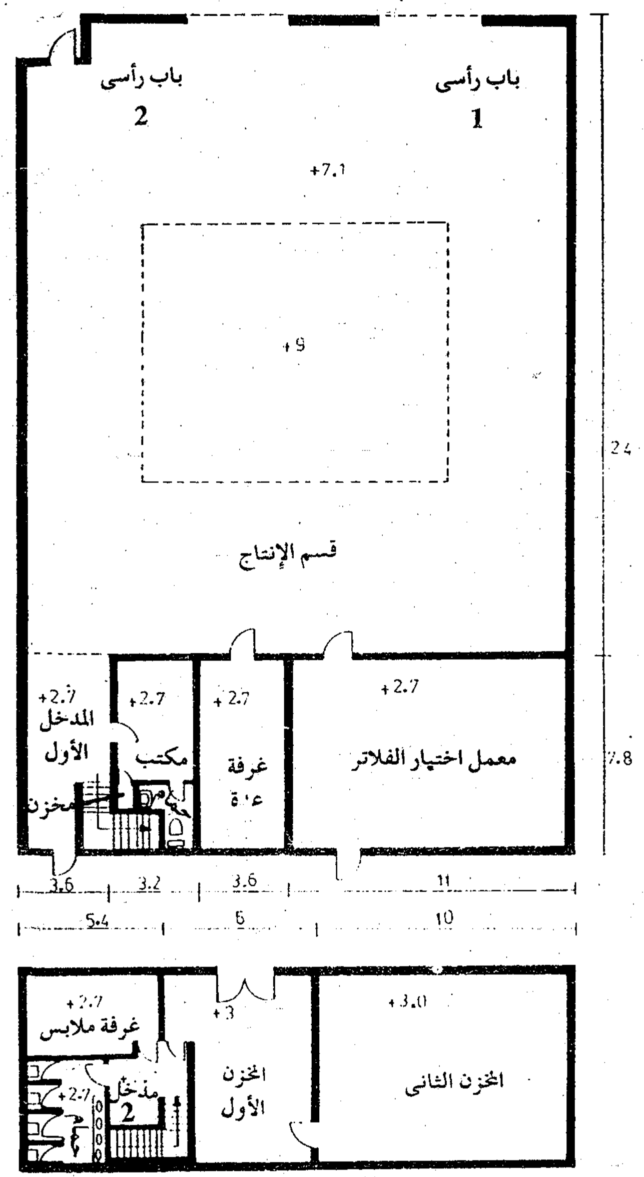
(الشكل ٦-٢٣)

حيث إن:

باب خاص بالقاطع الرئيسى المقرلب	1
باب خاص بقواطع الأحمال	2
غطاء قواطع الأحمال	3
هيكل معدنى	4
ركيزة تثبيت غطاء قواطع الأحمال	5
مكان تثبيت القاطع الرئيسى المقولب	6
مداخل الكابلات	7

٦ / ٦ – قسم تجميع وتعليب الفلاتر

الشكل (٦–٢٤) يعرض المسقط الأفقى لهذا القسم مبيناً عليه ارتفاعات الأسقف المختلفة لهذا القسم؛ علماً بأن الأبعاد بالمتر.



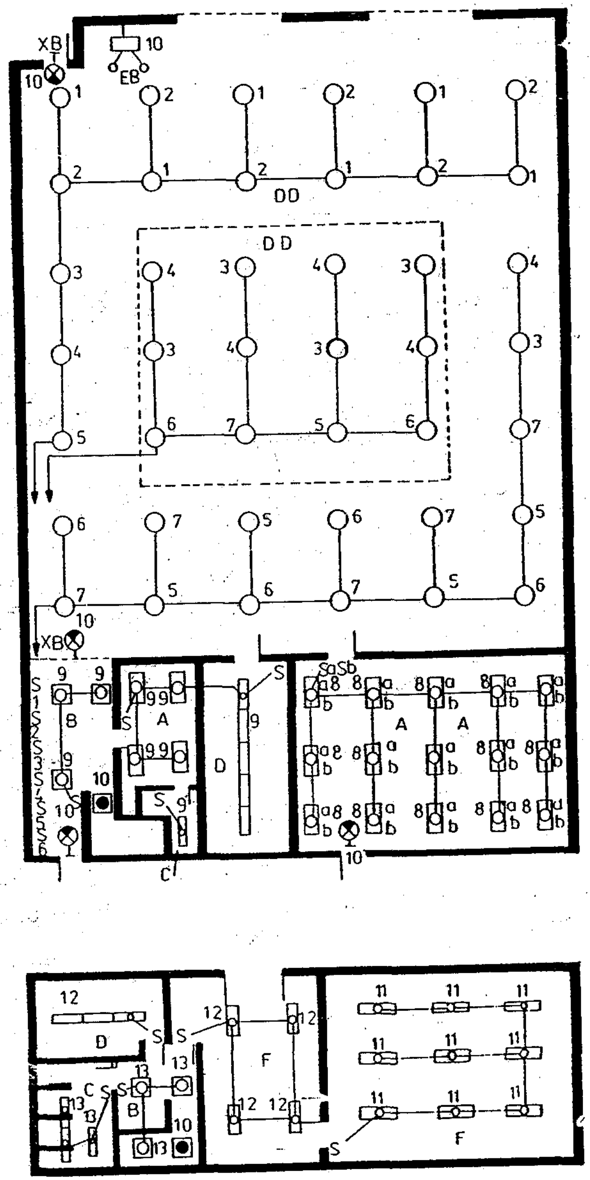
(الشكل ٦–٢٤)

– ويلاحظ أن هذا القسم يتكون من طابقين

– الطابق الأول يتكون من قسم الإنتاج – معمل اختبار الفلاتر – غرفة عدة – مكتب المهندس وبداخله حمام ومخزن.

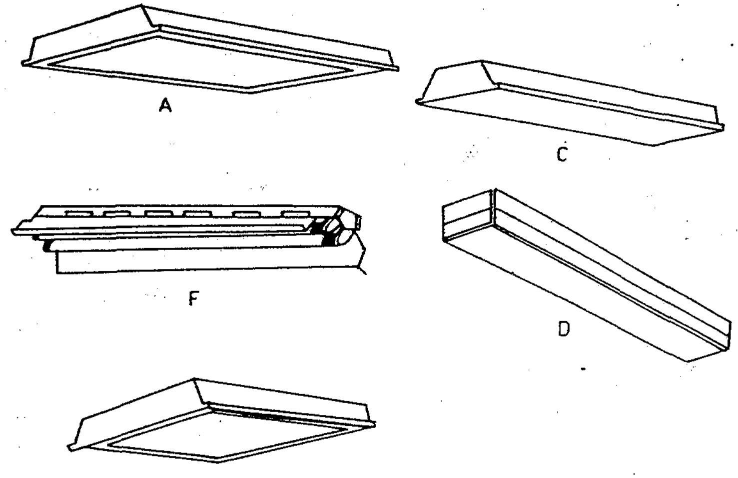
– الطابق الثانى يتكون من مخزن 1 ومخزن 2 وغرفة لاستبدال الملابس وحمامات عمومية مع مكان تشطيف.

والشكل (٦–٢٥) يعرض مخطط تمديدات الإضاءة الأساسية وإضاءة الطوارئ.



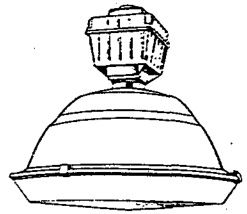
(الشكل ٦–٢٥)

والشكل (٦-٢٦) يعرض أشكال وحدات الإضاءة الفلورسنت المستخدمة فى إضاءة غرف قسم تجميع وتعبئة الفلاتر.



(الشكل ٦-٢٦)

فتحتوى وحدة الإضاءة A على أربعة مصابيح فلورسنت قدرة المصباح 40W .



(الشكل ٦-٢٧)

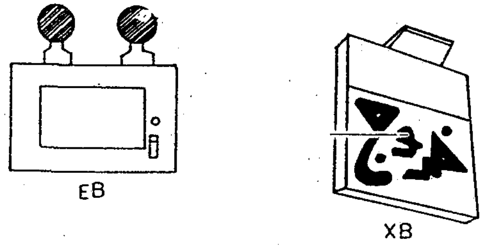
وتحتوى وحدات الإضاءة C,F,D على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W .

وتحتوى وحدة الإضاءة B على مصباحى فلورسنت قدرة المصباح 40W .

والشكل (٦-٢٧) يعرض صورة وحدة إضاءة الأسقف العالية المستخدمة فى إضاءة قسم الإنتاج والتى تحتوى على مصباح هاليد معدنى قدرة 400W .

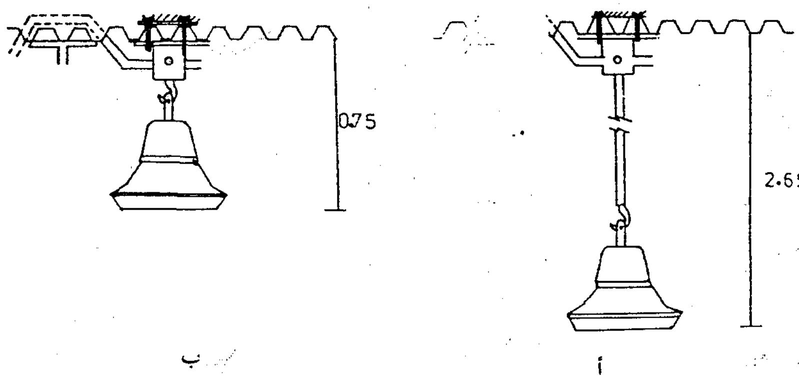
أما الشكل (٦-٢٨) فيعرض أشكال وحدات إضاءة الطوارئ والمستخدمة فى إضاءة المخارج XB، وأيضاً المستخدمة فى إضاءة الطوارئ EB، فتحتوى وحدة الإضاءة XB على مصباح فلورسنت 12W، فى حين تحتوى، وحدة الإضاءةEB على مصباحى

هالوجين 2x24W.



(الشكل ٦-٢٨)

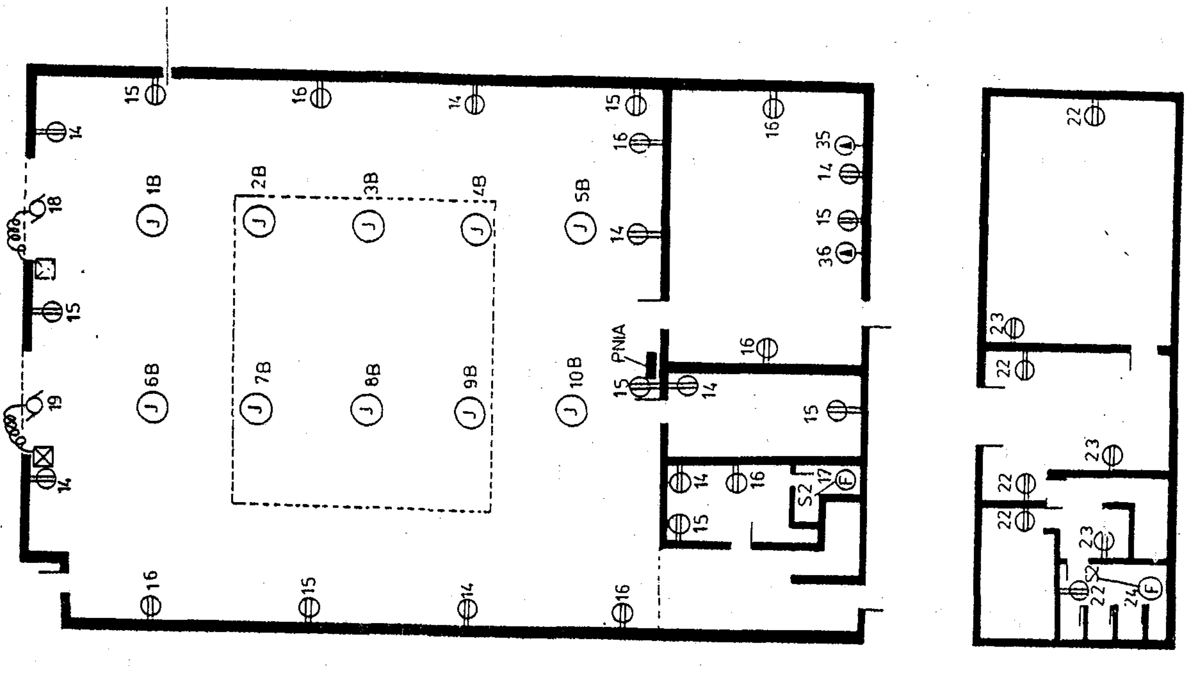
والشكل (٦-٢٩) يوضح طريقة تثبيت وحدات إضاءة الأسقف العالية DD فى السقف؛ علماً بأن الشكل (أ) يوضح طريقة تعليق وحدات الإضاءة DD فى السقف المرتفع الموجود فى مركز قسم الإنتاج. والشكل (ب) يوضح طريقة تعليق وحدات الإضاء DD فى باقى قسم الإنتاج.



(الشكل ٦ - ٢٩)

والجدير بالذكر أن ارتفاع وحدات الإضاءة DD من سطح الأرض فى قسم الإنتاج سيكون ثابتاً ومساوياً (7.1-0.75) أى 6.35m .

والشكل (٦-٣٠) يعرض مخطط تمديدات القوى لقسم تجميع وتعبئة الفلاتر.



(الشكل ٦-٣٠)

الجدول (٦-٩)

220 / 380V Panel A				3 ϕ,4W							
رقم الموديول	القاطع			مساحة مقطع الموصلات mm^2	المخارج			القدرة (W)			المكـــــان
	رقم القاطع	عدد الأقطاب	تيار القاطع		إضاءة	برايز	متنوع	A	B	C	
1	1	1	16	2.5	6			2400			قسم الإنتاج
2	2	1	16	2.5	6				2400		قسم الإنتاج
3	3	1	16	2.5	6					2400	قسم الإنتاج
4	4	1	16	2.5	6			2400			قسم الإنتاج
5	5	1	16	2.5	6				2400		قسم الإنتاج
6	6	1	16	2.5	6					2400	قيسم الإنتاج
7	7	1	16	2.5	6			2400			قسم الإنتاج
8	8	1	20	4	15				4320		معمل اختيار الفلاتر
9	9	1	16	2.5	13					2448	غرفة عدة – مكتب – المدخل1
10	10	1	10	1.5	7			422.4			إضاءة الطوارئ
11	11	1	10	1.5	9					1296	مخزن 2
12	12	1	10	1.5	7					1008	مخزن 1، غرفة ملابس
13	13	1	10	1.5	6				864		مدخل 2– حمام عمومى
14	14	1	10	1.5		8			1440		أماكن مختلفة
15	15	1	10	1.5		8				1440	أماكن مختلفة

تابع الجدول (٦-٥)

220 / 380V
Panel A
3 φ,4W

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	المخارج: إضاءة	المخارج: برايز	المخارج: متنوع	القدرة (W): A	القدرة (W): B	القدرة (W): C	المكـــــان
16	16	1	10	1.5		7		1260			أماكن مختلفة
17	17	1	10	1.5			شفاط		300		حمام
18	18	1	10	1.5						1500	باب راسي 1 بمحرك
19	19	1	16	1.5				1500			باب راسي 2 بمحرك
20	20	1	16	2.5			مكيف		3300		المعمل
21	21	1	16	2.5			مكيف			3300	المعمل
22	22	1	10	1.5		4		720			أماكن مختلفة
23	23	1	10	1.5		4		720			أماكن مختلفة
24	24	1	10	1.5			شفاط		300		حمامات عمومية
25	25	3	20	4				3000			علبة تفريغ 1B
26									3000		
27										3000	
28	26	3	20	4				3000			علبة تفريغ 2B.
29									3000		
30										3000	

تابع الجدول (٦-٥)

220 / 380V
Panel A
3 φ,4W

رقم الموديول	القاطع: رقم القاطع	القاطع: عدد الأقطاب	القاطع: تيار القاطع	مساحة مقطع الموصلات mm^2	المخارج: إضاءة	المخارج: برايز	المخارج: متنوع	القدرة (W): A	القدرة (W): B	القدرة (W): C	المكـــــان
31	27	3	20	4				3000			علبة تفريغ 3B.
32									3000		
33										3000	
34	28		20	4				3000			علبة تفريغ 4B.
35									3000		
36										3000	
37	29	3	20	4				3000			علبة تفريغ 5B
38									3000		
39										3000	
40	30	3	20	4				3000			علبة تفريغ 6B
41									3000		
42										3000	
43	31	3	20	4				3000			علبة تفريغ 7B
44									3000		
45										3000	

تابع الجدول (٦-٥)

المكـــــان	القدرة (W)			المخارج			مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطع			رقم الموديول
220 / 380V Panel A — 3 φ,4W											
	C	B	A	متنوع	برايز	إضاءة		تيار القاطع	عدد الأقطاب	رقم القاطع	
علبة تفريع 8B			3000				4	20	3	32	46
		3000									47
	3000										48
علبة تفريع 9B			3000				4	20	3	33	49
		3000									50
	3000										51
علبة تفريع 10B			3000				4	20	3	34	52
		3000									53
	3000										54
احتياطي											55
احتياطي											56
احتياطي											57
احتياطي											58
احتياطي											59
احتياطي											60

تابع الجدول (٦-٥)

المكـــــان	القدرة (W)			المخارج			مساحة مقطع الموصلات mm^2	القاطع			رقم الموديول
220 / 380V Panel A — 3 φ,4W											
	C	B	A	متنوع	برايز	إضاءة		تيار القاطع	عدد الأقطاب	رقم القاطع	
احتياطي											61
احتياطي											62
احتياطي											63
احتياطي											64
احتياطي											65
احتياطي											66
احتياطي											67
احتياطي											68
احتياطي											69
احتياطي											70
احتياطي											71
احتياطي											72
قدرة أحمال كل وجة	45792	45324	45624								
القدرة الكلية	136740										

وبالتالى فإن التيار الكلى يساوى:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\ U}$$

$$= \frac{136740}{\sqrt{3} \times 380} = 207A$$

ولذلك نختار قاطع رئيسى مقولب سـعته 250A ،ويتم ضبط التيار الحرارى عند 210A، وضبط التيار المغناطيسى عند 1250A والتى تعادل ستة أضعاف التيار الحرارى.

ويستخدم كابل رئيسى بأربعة قلوب من النحاس مساحة مقطعه $(3x95+50mm^2)$ بعزل PVC.

وتختار لوحة توزيع سعتها 72 موديول موزعة على ثلاثة صفوف، سعة الصف 24 موديول، وبها مكان لتثبيت قاطع مقولب رئيسى كالمبينة بالشكل (٦-٢٢).

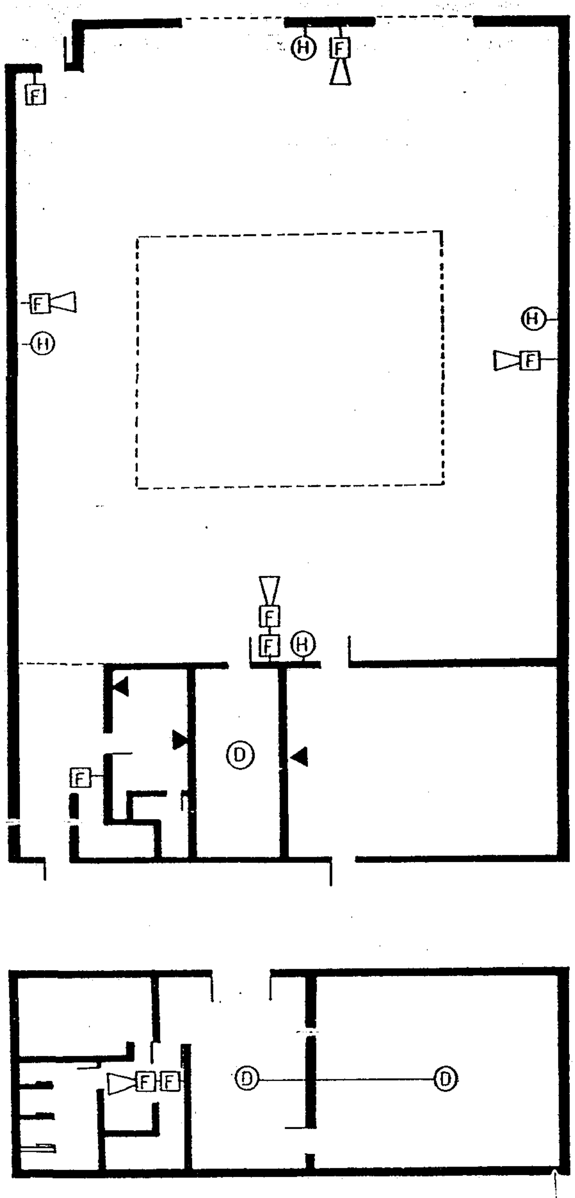
والجدير بالذكر أنه يتم عمل تمديدات ماكينات خطوط الإنتاج 1B:10B فى ترانكات أرضية. ولمعرفة المزيد عن الترانكات الأرضية ارجع للجزء الأول من الموسوعة.

والشكل (٦-٣١) يعرض تمديدات الجهد المنخفض مثل : التليفونات، وكذلك نظام الإنذار بالحريق .

ويستخدم بالمصنع سنترلا داخلياً.

ويلاحظ من هذا الشكل أنه يوجد بهذا القسم :

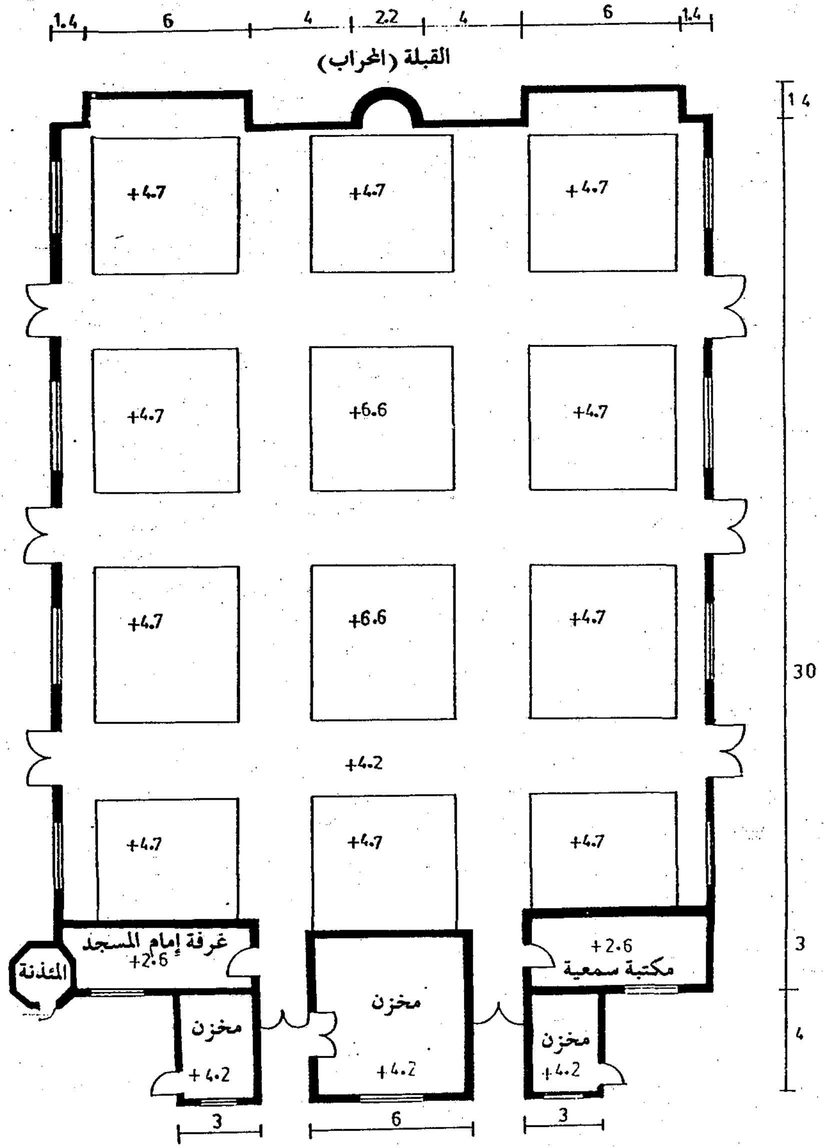
ثلاثة كاشفات دخان – أربعة كاشفات حرارة – أربعة وحدات تشغيل يدوية – خمسة أجهزة إنذار بالحريق.



الشكل (٦-٣١)

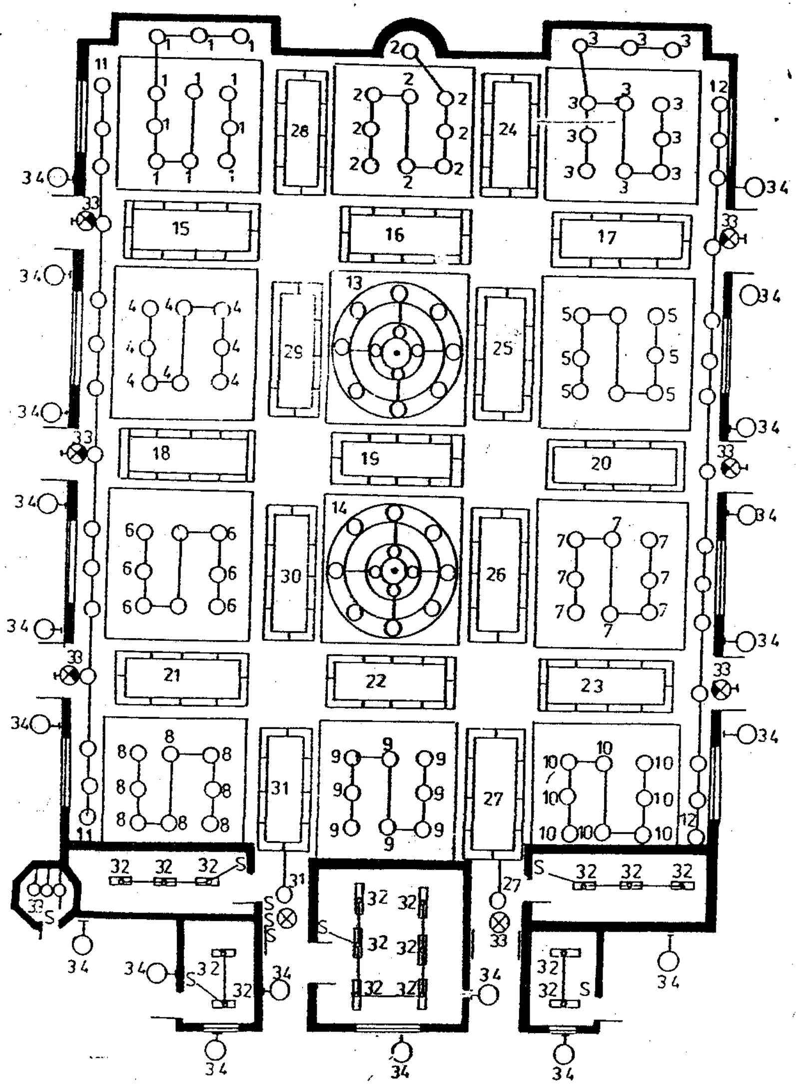
٦/٧- مسجد

الشكل (٦-٣٢) يعرض المسقط الأفقى لمسجد فى أحد دول الخليج العربى يتم تكييفه مركزيا، ويوجد بالمسجد منطقتين لهما سقف مرتفع مزودتين بمجموعتين من الشبابيك على جدرانهما لتوفير الإضاءة اللازمة للمسجد فى النهار؛ علماً بأن الأبعاد المدونة بالشكل بالمتر.



الشكل (٦-٣٢)

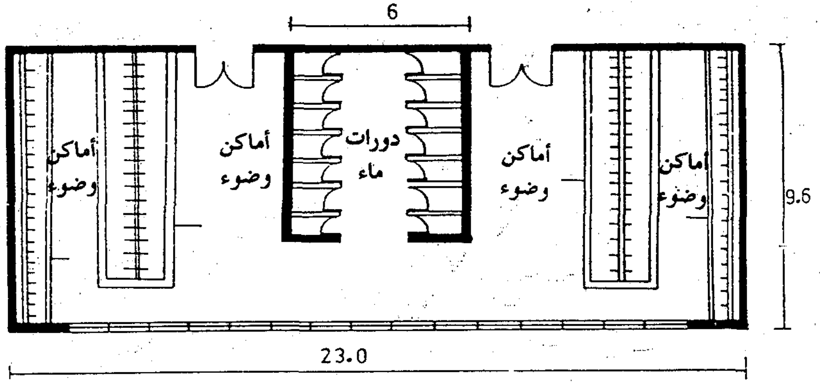
والشكل (٦–٣٣) يعرض تمديدات الإضاءة للمسجد فى السقف المعلق.



الشكل (٦–٣٣)

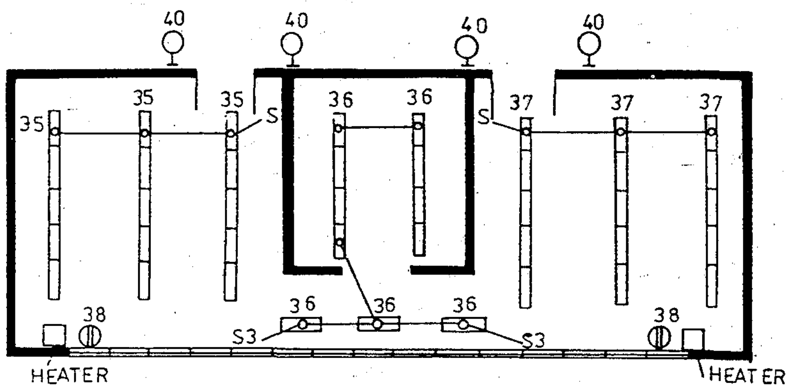
والجدير بالذكر أنه يستخدم نجفتين (ثريتين) بالمسجد يتم تعليقهما فى السقف المرتفع بالمسجد 13,14.

والشكل (٦–٣٤) يعرض المسقط الأفقى لمبنى دورات المياه، وأماكن الوضوء بالمسجد ، علماً بأن ارتفاع السقف 4m، كما أن الأبعاد المدونة على الشكل بالمتر. والجدير بالذكر أن مبنى دورات المياه وأماكن الوضوء مستقل عن المسجد.



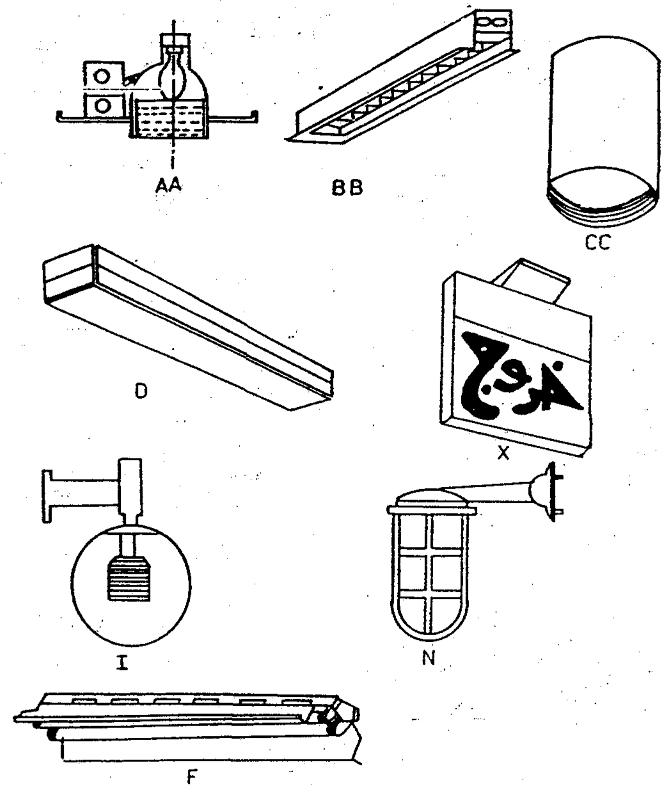
الشكل (٦–٣٤)

أما الشكل (٦–٣٥) فيعرض تمديدات الإضاءة والقوى لمبنى دورات المياه وأماكن الوضوء.



الشكل (٦–٣٥)

والشكل (٦-٣٦) يعرض أشكال وحدات الإضاءة المستخدمة فى إضاءة المسجد والمستخدمة فى إضاءة مبنى دورات الماء وأماكن الوضوء.



الشكل (٦-٣٦)

والجدول (٦-٦) يبين أنواع وحدات الإضاءة المستخدمة فى إضاءة المسجد، ومبنى دورات المياه، وأماكن الوضوء، وكذلك نوع وقدرة مصابيح هذه الوحدات.

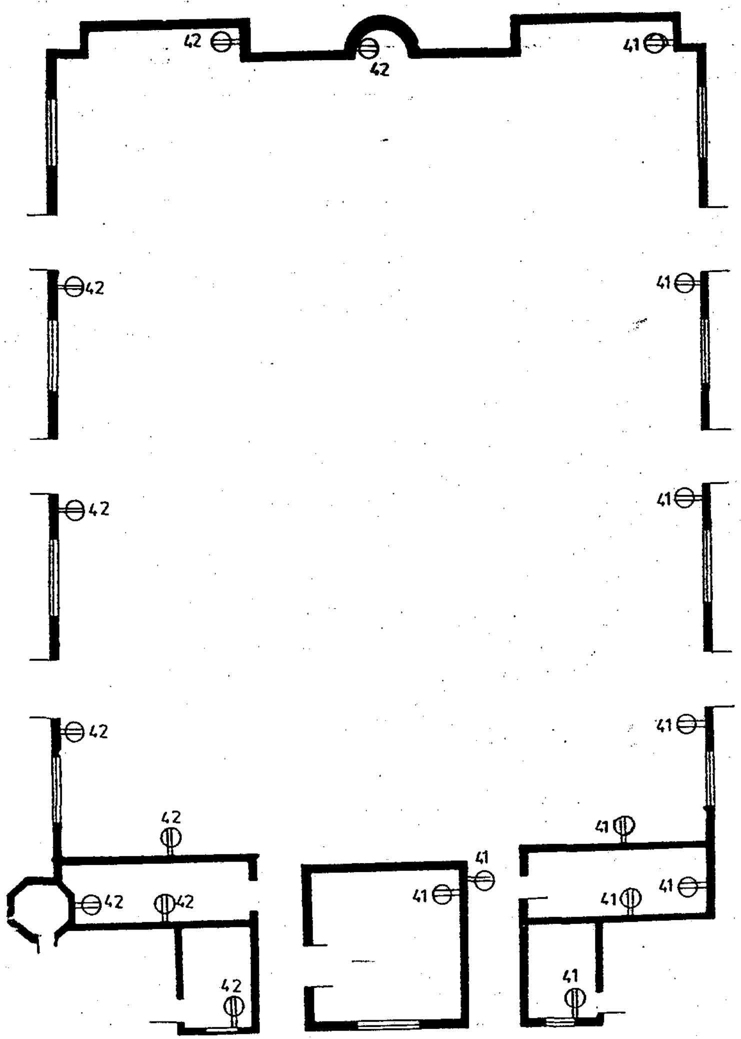
الجدول (٦-٦)

المجموعة	نوع وحدة الإضاءة	نوع المصابيح	قدرة المصابيح W	ملاحظات
1-10	AA	زئبق	200	
15-31	BB	فلورسنت	2x40	
11,12	CC	زئبق	125	
13,14	ثريا (نجفة)	زئبق	175	
32	D F	فلورسنت فلورسنت	2x40 2x5	غرفة الإمام - المكتبة السمعية المخازن
33	X N	فلورسنت متوهج	12 100	إضاءة الطوارئ - المئذنة
34,40	I	متوهج	100	
35,36,37	D	فلورسنت	100	

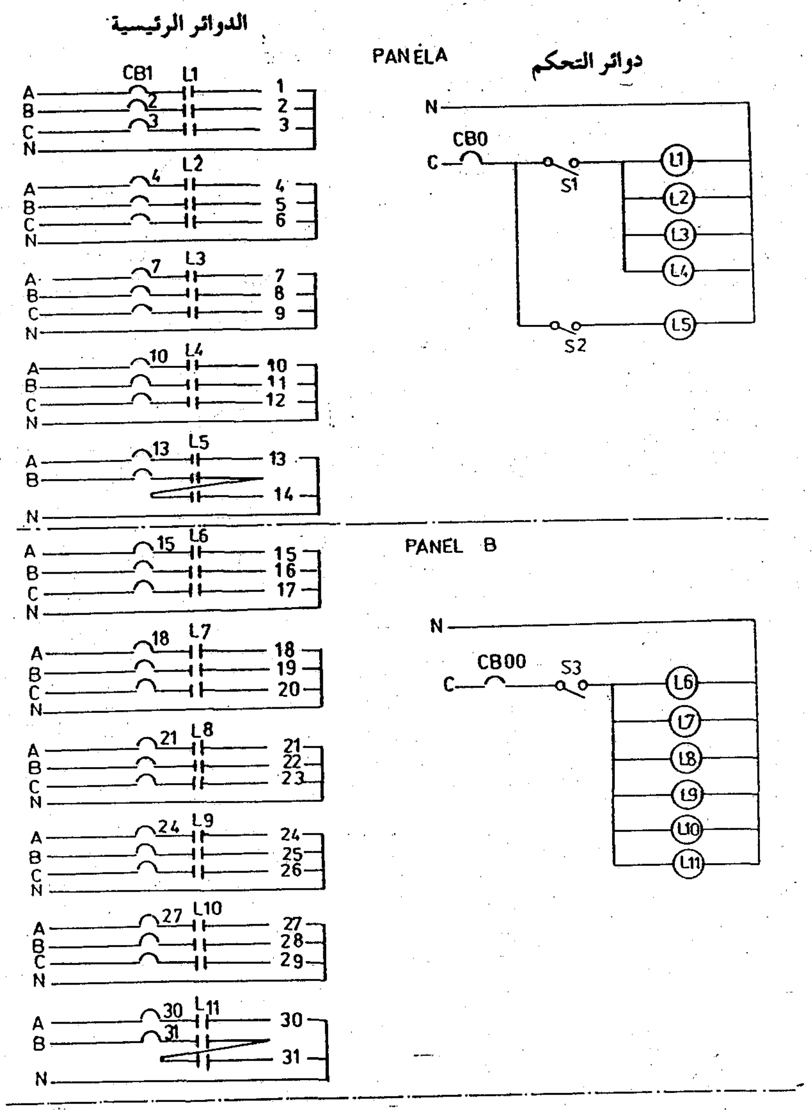
والشكل (٦-٣٧) يعرض دائرة القوى لهذا المسجد.

والجدير بالذكر أنه سيستخدم ثلاث لوحات توزيع للمسجد وهم: اللوحة A، واللوحة B، واللوحة C، علماً بأنه سيتم تخصيص عدد خمسة كونتاكتورات لدوائر الإضاءة 1-14، ويتم تخصيص ستة كونتاكتورات لدوائر الإضاءة 15-31.

وتتميز الكونتاكتورات بأنه يمكن التحكم فيها بالتحكم فى الجهد المسلط على ملفاتها وذلك بمفتاح عادى، وبهذه الطريقة يمكن تخصيص مفتاح عادى S للتحكم فى إضاءة المجاميع (1-12)، ويخصص مفتاح عادى آخر S للتحكم فى إضاءة النجفات (13,14)، ويستخدم مفتاح ثالث S للتحكم فى إضاءة المجاميع (15-31)، وتختار قدرة الكونتاكتور مساوية 6KW وجهد تشغيل ملف الكونتاكتور 220V، والشكل (٦-٣٨) يبين الدوائر الرئيسية ودوائر التحكم للكونتاكتورات (L1-L11) والموجودة فى اللوحة A واللوحة B.

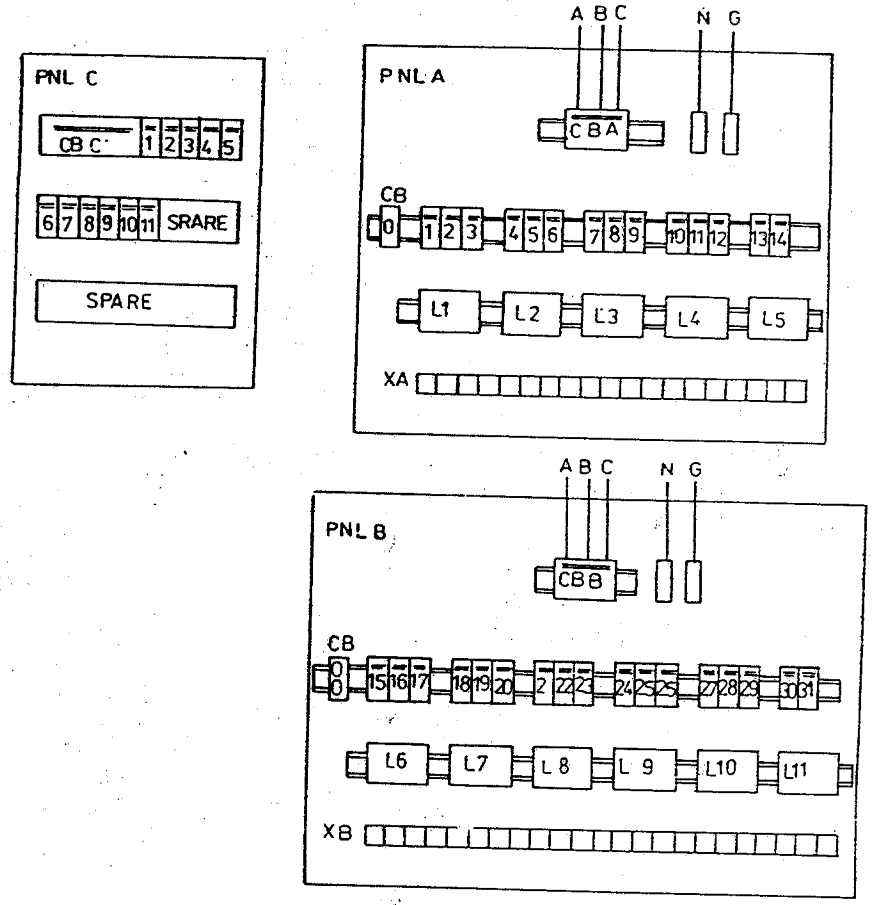


الشكل (٦–٣٧)



الشكل (٦–٣٨)

والشكل (٦–٣٩) يعرض طريقة تنظيم اللوحات الثلاثة A,B,C المستخدمة .



الشكل (٦–٣٩)

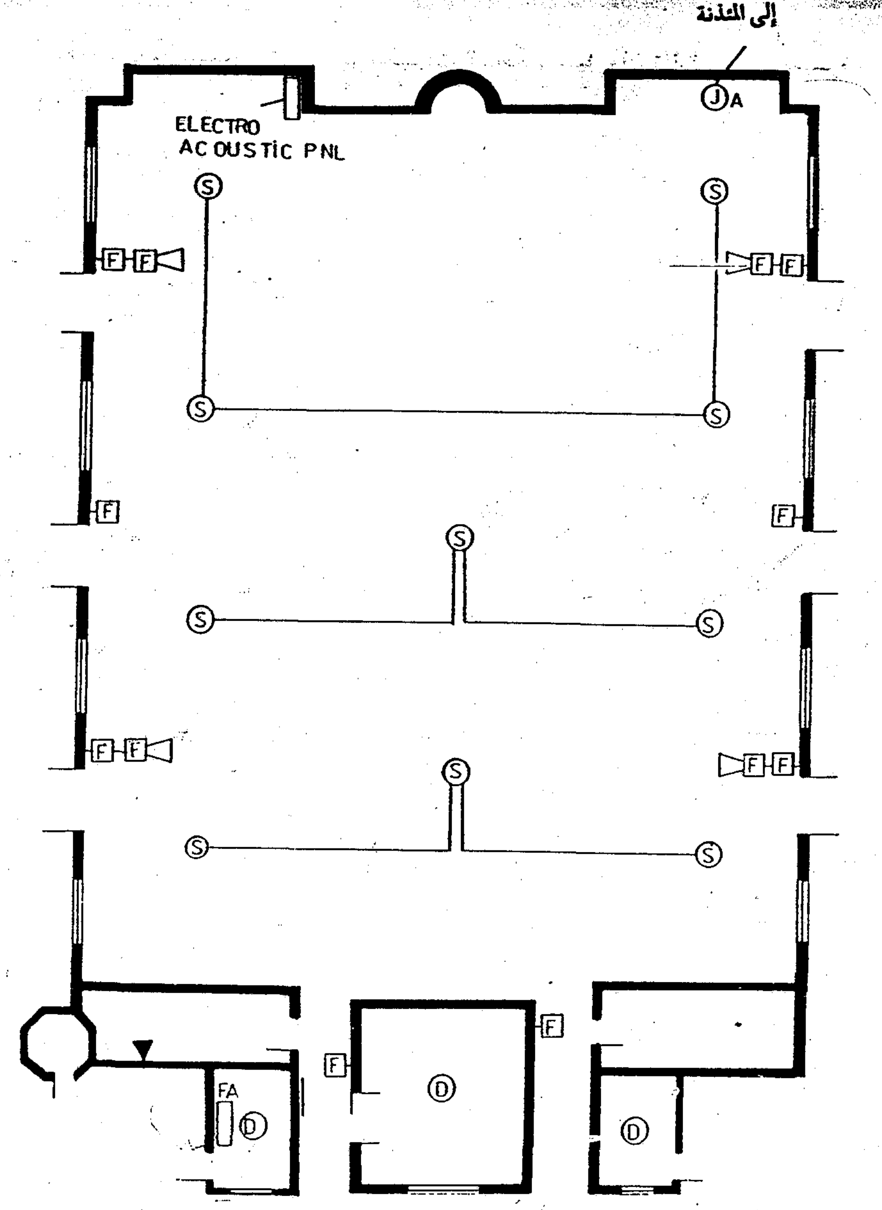
والجدير بالذكر أن اللوحة A خاصة بالدوائر (1-14)، واللوحة B خاصة بالدوائر (15-31)، واللوحة C خاصة بالدوائر (32-42)، علماً بأن سعة اللوحة C ثلاثون موديولاً، وأبعادها (400x300x200mm). والشكل (٦–٤٠) يعرض تمديدات الجهد المنخفض للمسجد مثل: تمديدات الكهروصوتيات؛ علماً بأن طريقة توصيل

الميكروفون والسماعات ومركز مكبرات التحكم سبق وأن تناولناها فى الفقرة (٤/١).

ويوجد أيضاً نظام إنذار بالحريق، حيث توضع وحدة تشغيل يدوية عند كل مداخل المسجد، وتوجد أربعة أجهزة إنذار عند أربع مداخل للمسجد.

ويستخدم كاشف ~~دخان~~ فى كل مخزن وتوصل جميع هذه العناصر مع لوحة الإنذار المركزية بالحريق (FA panel)، ويوضع فى هذه اللوحة جهاز إنذار بالحريق نوع Firdex 750 ارجع للفقرة (٤/٥/٦).

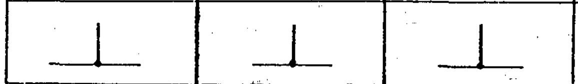
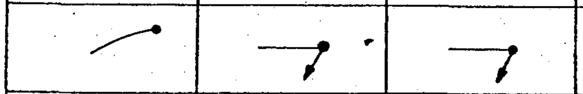
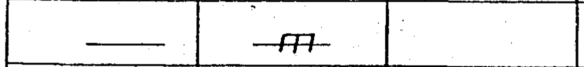
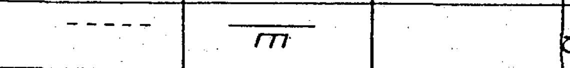
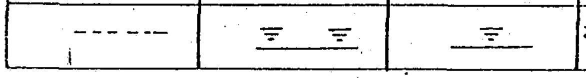
ويوصل للمسجد خط تليفون خارجى مع غرفة إمام المسجد.



الشكل (٦-٤٠)

الملاحــــق

ملحق – ١ مقارنة بين الرموز العالمية والألمانية والأمريكية

الرمز الأمريكى	الرمز الألماني	الرمز العالمي	البيـــان	م
A ——— B ——— C ———	L1 ——— L2 ——— L3 ———	L1 ——— L2 ——— L3 ———	الأوجه الثلاثة	1
G ———	PE —·—·— PE	PE	موصل وقاية	2
N ———	N —·—·— N	N	موصل تعادل	3
			موصل وقاية وتعادل	4
			ماسورة	5
——T——			ماسورة تليفون	6
——TV——			ماسورة هوائى تلفزيون	7
——S——			ماسورة سماعات	8
			أسلاك متقاطعة باتصال	9
			ماسورة مرنة	10
			أسلاك متقاطعة بدون اتصال	11
			تمديدات متجهة لأعلى	12
			تمديدات متجهة لاسفل	13
			أسلاك مخفية فى المونة	14
			أسلاك مكشوفة على السطح	15
			أسلاك مخفية تحت الأرضية	16

تابع ملحق ١

م	البيان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
17	موصلين			
18	الأرضى			
19	مجرى متحرك			T T
20	ترانكات قضبان			B B
21	حوامل كابلات			C C
22	لوحة توزيع			
23	لوحة حريق			FA
24	مفتاح مفرد(قطب واحد)			S
25	مفتاح قطبين			S2
26	مفتاح تناوب (طرف سلم)			S3
27	مفتاح تصالبى (وسط سلم)			S4
28	مفتاح توالى (ثريا)			SS
29	مفتاح بحبل			S
30	مفتاح بلمبة بيان			Sp
31	مخفض إضاءة			
32	مفتاح زمنى			ST

تابع ملحق ١

م	البيان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
33	اتوماتيك سلم			
34	ريلاى إمساك مفتاح (تندمة)			R
35	1 بريزة مفرد 2 بريزة مزدوجة	2 1	2 1	2 1
36	بريزة ثلاثة أوجه	3/PE	3/PE	
37	بريزة خاصة مثل بريزة مكيف			
38	بريزة بمفتاح			S
39	بريزة ماكينة حلاقة	1	1	GF 2
40	1 علبة توصيل لمروحة 2 علبة توصيل ساعة			C 2 F 1
41	1 بريزة تليفون عام بالأرضى 2 بريزة مزدوجة بالأرضى			2 1
42	بريزة تليفون عام تثبت بالحائط 1 أو بالأرضى 2			2 1
43	بريزة تليفزيون			TV
44	سماعة كهربية ستثبت بالسقف 1 أو بالحائط 2			2 1 S
45	ميكروفون على الحائط 1 أو على الأرض 2			2 M 1 M
46	هوائى تليفزيون			
47	علبة تفريع			j
48	غلبه تفريع مسدودة			B

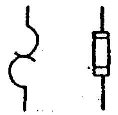
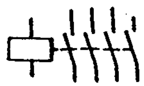
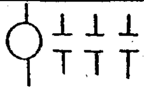
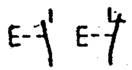
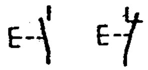
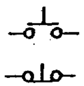
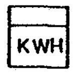
تابع ملحق ١

م	البيــان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
49	مصباح اضاءة عام 1 يعمل بمفتاح بحبل 2	1	2 1	2 PS 1
50	وحدة إضاءة فلورسنت			
51	وحـدة اضـاءة فلورسنت غاطسة فى السقف			
52	وحدة إضاءة تضىء بصفة مستديمة			
53	وحدة إضاءة طوارئ للخروج اتجاه واحد			
54	وحدة إضاءة طوارئ للخروج اتجاهين			
55	وحدة إضاءة طوارئ			
56	مصباح فلورسنت		X	V
57	وحدة كبح (ملف خانق)			
58	بادئ متوهج			
59	ضاغط			
60	ضاغط بلمبة بيان			
61	جرس			
62	محول بملفين			
63	قفل كهربى (فاتح باب)			D

تابع ملحق ١

م	البيــان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
64	ساعة حائط كهربية			
65	بوق انذار من الحريق			
66	كاشف دخان			D
67	كاشف حرارة			H
68	وحدة تشغيل يدوية			E
69	لوحة بيان حريق			
70	تليفزيون			
71	تليفون			
72	وحدة اتصالات داخلية			
73	ثلاجة			
74	مكيف			
75	موقد كهربى			
76	غسالة كهربية			
77	غسالة اطباق			
78	مجفف ملابس			

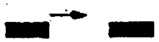
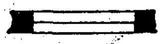
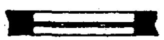
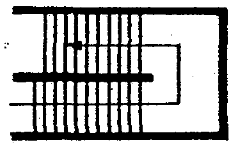
تابع ملحق ١

م	البيـان	الرمز العالمي	الرمز الألماني	الرمز الأمريكي
79	مروحة شفط (شفاط)			
80	سخان ماء كهربى			
81	دفاية			
82	محرك كهربى			
83	مصهر			
85	قاطع دائرة			
86	بادئ محركات أتوماتيكى			
87	كونتاكتور ثلاثة أقطاب وريشة مساعدة مفتوحة			
88	محدد موجات جهد عابرة			
89	ضاغط بريشة مغلقة ومفتوحة			
90	عداد كيلو وات ساعة KWH			

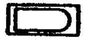
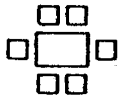
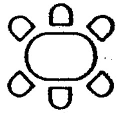
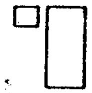
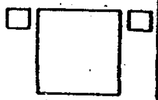
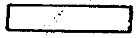
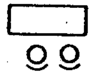
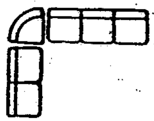
• يجب عدم الجمع بين رمز سماعة كهربيةتثبت بالسقف مع رمز مفتاح يعمل بحبل فى مخطط واحد.

ملحق – ٢ الرموز الإنشائية ورموز الأثاث

أولاً – الرموز الإنشائية :

م	البيـان	الرمز العالمي
1	باب عادى دُرفة واحدة	
2	باب متارجح درفة واحدة	
3	باب منزلق درفة واحدة	
4	باب عادى درفتين	
5	نافذة عادية	
6	نافذة عادية بشيش	
7	سلم	
8	الارض	
9	خرسانة مسلحة	
10	مونة	
11	طبقة عازلة حرارية	

ثانيًا – رموز الأثاث :

الرمز	البيـان	الرمز	البيـان
	حوض حمام		بانيو
	قاعدة أفرنجى		حوض مطبخ
	طاولة بست كراسى		طاولة بست كراسى
	سرير مفرد 0.9 x 1.9m مع كوميدينو		سرير مزدوج 2m x 2m مع 2 كومدينو
	مكتب لفرد واحد		دولاب
	مكتب لفردين		ركنة تتكون من خمس مقاعد

المراجـع

Refrences

1- Trevor linsley , ed 1990

Advanced Electrical Installation Work. London.

Edward Arnold.

2- Maurice Lewis, ed 1989.

Questions and Answers in electrical Installation Technolagy.

London. stanley Thornes publishers Ltd.

3- Geoffrey burrdett, ed 1992.

Home electrics, London. Th David & Charles.

4- Jeff Markell, ed 1984.

Residential Wiring. USA. Reston Publishing Company, Inc.

5- Cducan, Eg stocks, ed 1991.

Electrical Installation series (The Installation of Cable system).
Great britain. stam press ltd.

6- Cducan, Eg stocks, ed 1993.

Electrical Installation series (The Installation of electrical Circuits).
Great britain stam press ltd.

7- Cducan, Eg stocks ed 1991

Electrical Installation series (systems of Electrical supply and Distribution). Great britain, stam press ltd.

8- Floyd M. Mix, ed 1991

House wiring simplified. south holland. Good Heartwill cox Company, Inc.

9- W.E. Steward and T.A stubbs ed 1992.

Modern wiring practice . london. publishers are the authors.

10 - Gunter Gseip, Werner sturm. ed, 1987

Electrical Installation Handbook. Germany. siemens Co.

11 - Mourice Lewis, ed 1989. Electrical Installation of technology: Theory and regulation. London. stanley Thornes (publishers) Ltd.

12 - GTZ. ed 1984.

Technical drawing for electrical Ergineering 1. Basic Course. Germany (GTZ) Gmbh.

14 - Anthony Byers, ed 1970

Home lighting, Great britain. Tonbridge printers Ltd.

15 - G. Davidson and L.C Lamb. ed 1989. Electricity in the home . Great britain. Hodder and stoughton.

16 - Clyde N. Herrick, ed 1975

Electrical wiring principles and practices. New Jersey.

Prentice. Hall, Inc.

17 - Gray Rockis, ed 1978. Residential Wiring, USA.

American Technical publishers. Inc.

18 - Legrand Co. ed 1984, 1986, 1990,1994.

Electrical Fittings and wiring Accessories catalogue.

France, legrand Co.

19 - Robert L. smith, ed 1987. Electrical wiring Industrial New york. Delmar publishers Inc.

20 - Ray C. Mullin . ed 1987 . Electrical Wiring Commercial New york. Delmar publishers, Inc.